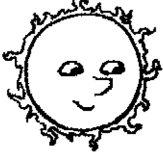
బొమ్మలలో



ఖగోళ శాస్త్రం





రచన, బొమ్మలు : ఉదయ్ పాటిల్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

Story of Astronomy
Written and Illustrated by ***Uday Patil***

బొమ్మలలో

ఖగోళ శాస్త్రం

రచన, బొమ్మలు : **ఉదయ్ పాటిల్**
అనువాదం : **డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి**



ప్రచురణ కాలం	:	మార్చి, 2011
ప్రతుల సంఖ్య	:	2000
వెల	:	**రూ. 55/-**

ప్రచురణ, ప్రతులకు:
మంచి పుస్తకం
12-13-439, వీధి నెం.1
తార్నాక, సికింద్రాబాదు - 500 017
ఫోన్ : 94907 46614

జన విజ్ఞాన వేదిక
జి. మాల్యాద్రి
ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్, నెల్లూరు - 524 004,
ఫోన్: 94405 03061

ముద్రణ :
చరిత ఇంప్రెషన్స్, 1-9-1126/బి, అజామాబాద్, హైదరాబాదు - 20. ఫోన్ : 040 - 2767 8411.

బొమ్మలలో

ఖగోళ శాస్త్రం

రచన, బొమ్మలు :

ఉదయ్ పాటిల్

అనువాదం :

డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి


మంచి పుస్తకం


జన విజ్ఞాన వేదిక

ముందుమాట

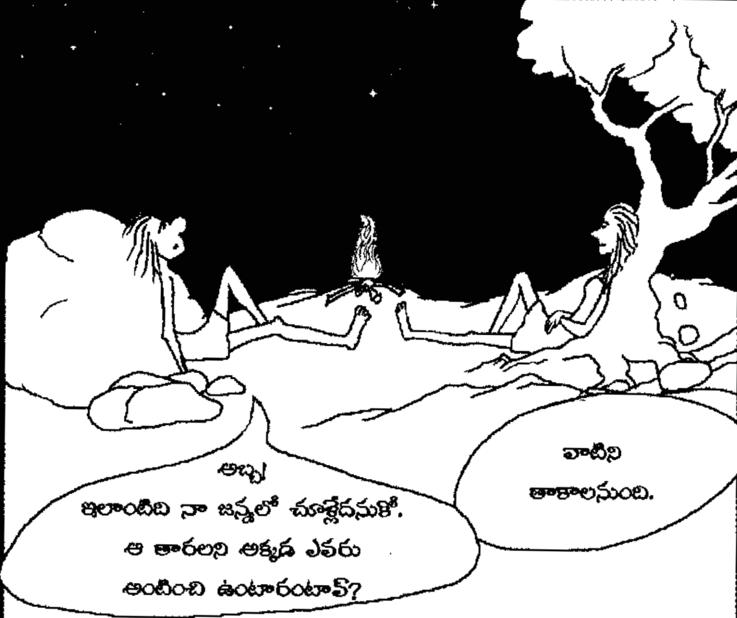
నక్షత్రాలు, గ్రహాలు, విశ్వం గురించి ఎందుకు తెలుసుకోవాలి? ఈ అనంత విశ్వంలో లక్షల, కోట్ల గాలక్సీలు, సౌర వ్యవస్థలున్నాయి. మన సౌర వ్యవస్థలోని సూర్యుడు మనకి ప్రచండ భానుడే కావచ్చు. కానీ విశ్వ ప్రమాణాలతో చూస్తే గుడ్డిగవ్వ కిందకి కూడా రాడు. భూమి మీద అసాధారణ పరిస్థితుల వల్ల జీవం పుట్టింది, చైతన్యం రగిలింది. మనలోని హేతువు ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోటానికి ప్రేరేపిస్తుంది. మన పుట్టు పూర్వోత్తరాల గురించి, ఈ అనంత విశ్వంలో మన స్థానం గురించి ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోవాలంటుంది. మన పూర్వీకులకంటే ఈ విశ్వం గురించి మనకు చాలా తెలుసు, కానీ మనం తెలుసుకోవలసింది ఇంకా చాలా ఉంది. సమాధానాలు లేని ప్రశ్నలు ఇంకా ఎన్నో ఉన్నాయి.

ఖగోళశాస్త్రం ఒక అనంత సాగరం లాంటిది. దీనిపట్ల మన అవగాహన, జ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి ఏర్పడలేదు, వేల సంవత్సరాలుగా రూపుదిద్దుకుంటూ వచ్చింది. ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్ర ఒక రకంగా మానవ చరిత్రనంతా విస్తరించి ఉంటుంది. ఈ శాస్త్రం మాదిరిగానే దీని చరిత్ర కూడా అంతే ఆసక్తికరంగా, సంక్లిష్టంగా ఉంటుంది. ఈ బొమ్మల పుస్తకం ఖగోళ 'శాస్త్రం' గురించి కాదు, ఇది ఎలా పరిణామం చెందిందో ఒక కథలాగా చెపుతుంది.

ఖగోళ శాస్త్ర కథనంతటినీ ఒక చిన్న బొమ్మల పుస్తకంలోకి కుదించడం కష్టమే. చారిత్రకంగా కీలకమని భావించిన కొన్ని ఘటనలను మాత్రమే ఎంచుకున్నాను. ఇప్పటికీ చర్చిస్తున్న సిద్ధాంతాలను, వివాదస్పద విషయాలను వదిలిపెట్టేశాను. తేలికగా అందుబాటులో ఉన్న పుస్తకాలనుంచి కథగా చెప్పటానికి అనువైన వాటి నుంచి ఎంచుకున్నాను. కొన్నిచోట్ల వివాదంలో ఒక పక్షం వైపు నేను నిలబడ్డానని అనిపించవచ్చుకానీ ఇది ఉద్దేశపూర్వకంగా చేసింది కాదు.

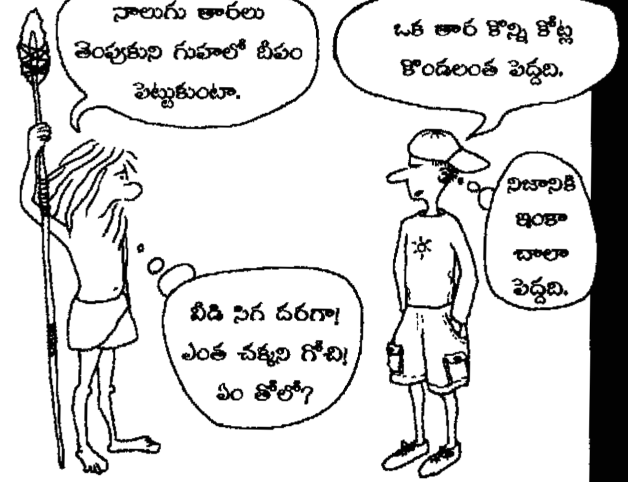
ఏ సహాయం లేకుండా ఈ పుస్తకం రాయటం నా వల్ల అయ్యి ఉండేది కాదు. ఆర్థిక సహాయం చేసిన సర్ రతన్ టాటా ట్రస్ట్‌కీ, ఈ పుస్తకం బీజ రూపం నుంచి ముద్రణ వరకు మార్గదర్శనం చేసిన అరవింద గుప్తాకి కృతజ్ఞతలు. రాతప్రతిని క్షుణ్ణంగా సమీక్షించి, విలువైన విషయాలు తెలియచేసిన ఆచార్య జె.వి. నార్లీకర్, డా॥ ప్రదీప్ గోరోస్కర్‌లకు ధన్యవాదాలు. ఒక పేజీ పూర్తి అయిన తరువాత ఆ ఆనందాన్ని నాతోపాటు నా భార్య పల్లవి పంచుకుంది. నా బొమ్మలంటే పడిచచ్చే మిహిర్‌కి ఈ పుస్తకం అంకితం....

– ఉదయ్ పాటిల్

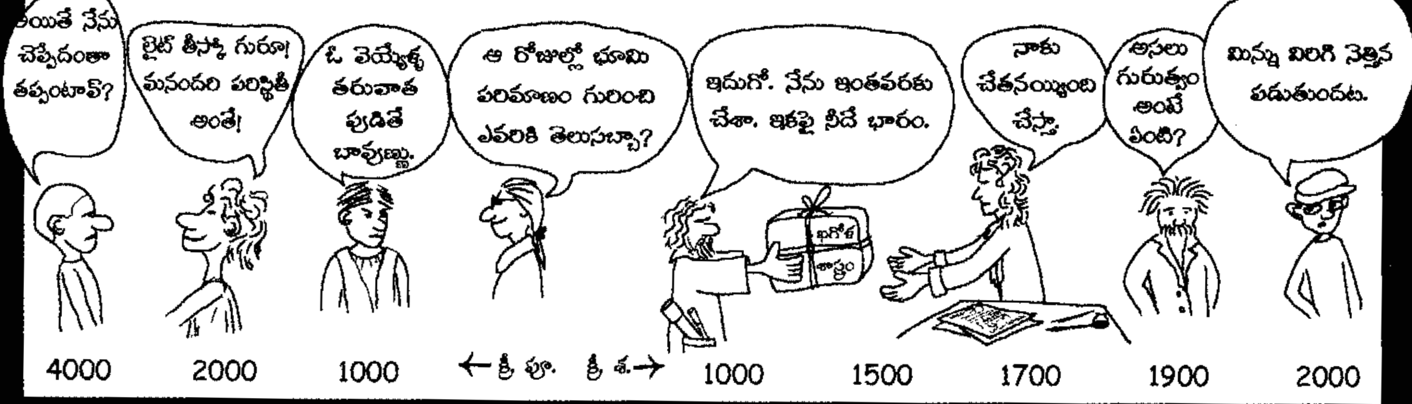


చీకటి ఆకాశంకేసి ఎప్పుడు చూసినా అబ్బురపాటు కలుగుతుంది. తారల అందాన్ని చూసి మన ప్రాచీనులు కూడా మైమరచారు. దూరం నుండి ఊరిస్తాయి గాని చేతికి అందవు. అందుకే అవంటే అంత మురిపెం.

కాని ఒక్కటి మాత్రం నిజం. 10,000 ఏళ్ల క్రితం కూడా ఆకాశం ఇంచుమించు ఇప్పుడు ఉన్నట్టే ఉండేది. కాని తారల గురించి మనకి తెలిసిన దానికి, మన పూర్వీకులకు తెలిసిన దానికి మధ్య చాలా తేడా ఉంది. ఎంత తెలిసినా విశ్వం పట్ల మన సంభ్రమం మాత్రం తగ్గలేదు.

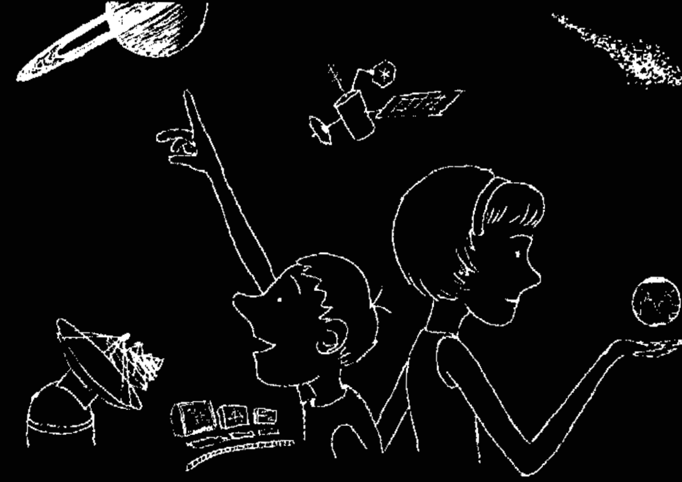


మనకి ప్రస్తుతం తెలిసిన ఖగోళ విజ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి పుట్టుకురాలేదు. కొన్ని వేల సంవత్సరాల పాటు వికాసం చెందింది.

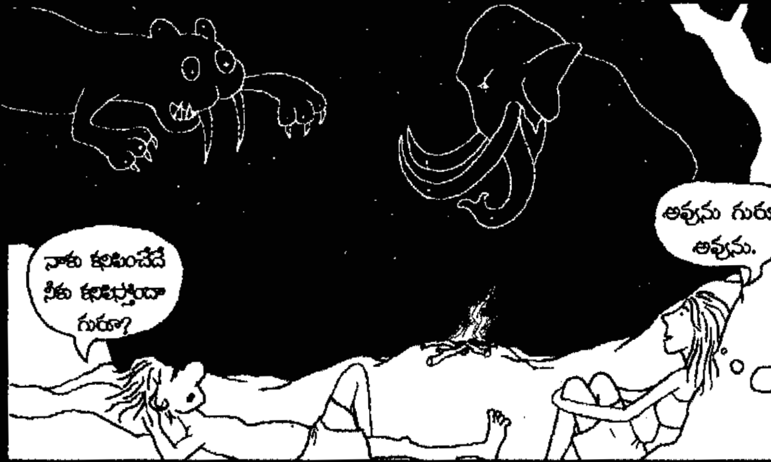


ఖగోళ శాస్త్ర సరిహద్దులని అమితంగా విస్తరింపచేసిన ఓ సుదీర్ఘ ప్రయాస గురించి ఈ కథ.

విశ్వం గురించి మనకి తెలిసింది కాక ఇంకా ఏవైనా ఉందా? ఎందుకు లేదు? రోజురోజుకీ ఏవో కొత్త విషయాలు తెలుస్తున్నాయి.

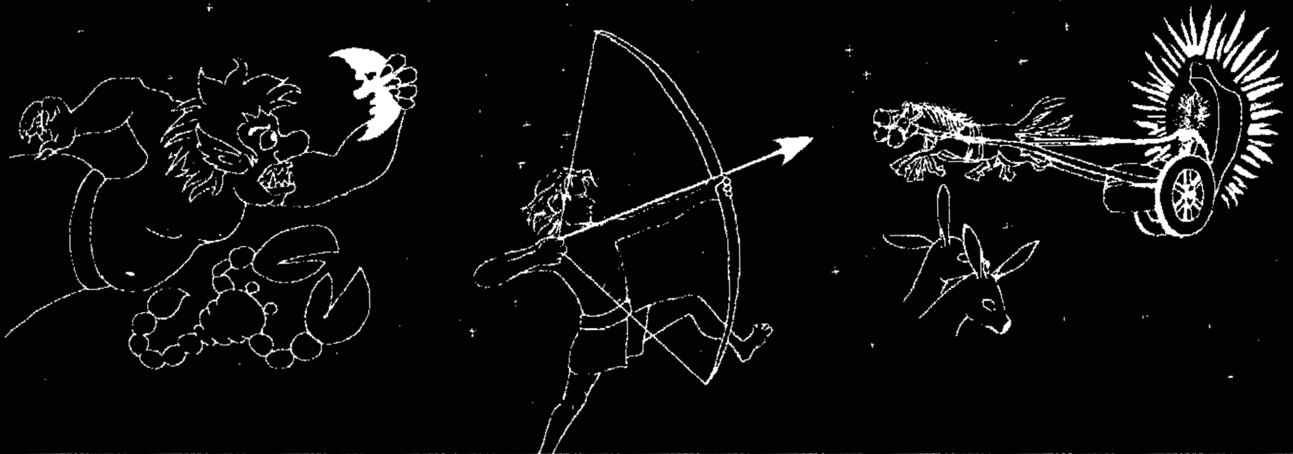


ఎప్పుడూ ఇంతే. తెలుసుకుంటున్న కొద్దీ తెలుసుకోవాల్సినది ఇంకా ఎక్కువ అవుతుంటుంది.



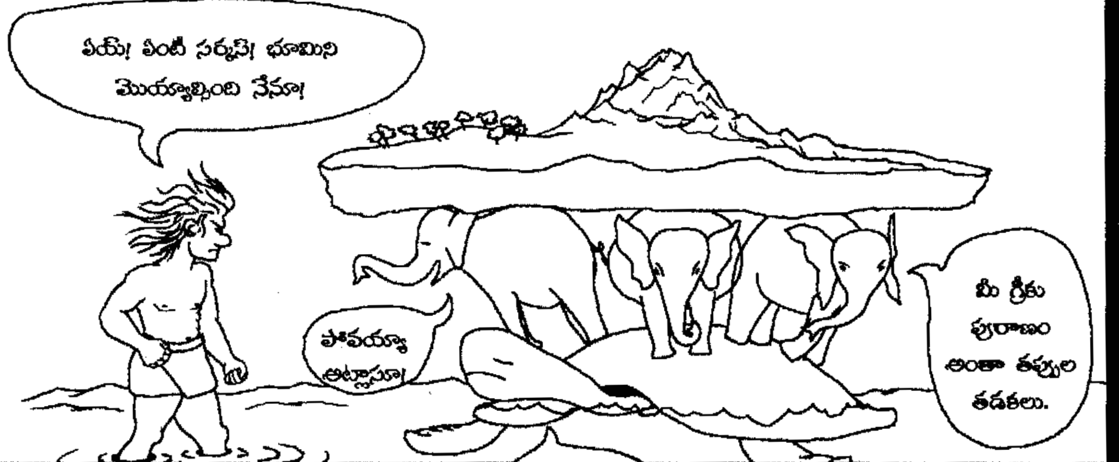
రాత్రి వేళ ఆకాశాన్ని చూసి మన పూర్వీకులు మైమరచి పోయేవారు. అదంతా వాళ్లకి చెప్పలేని విస్మయం. కొంచెం భయం కూడా. తారల ఏర్పాట్లలో వారికి ఏవేవో ఆకారాలు కనిపించేవి. దేవుళ్లు, రాక్షసులు, జంతువులు, చక్కని చుక్కలు వారికి ఆ చుక్కల్లో కనిపించేవి. వాటితో ఎన్నో కమ్మని కథలల్లారు.

ఏ సంస్కృతి తీసుకున్నా వారి పురాణాల్లో, ఇతిహాసాల్లో, జానపదాల్లో సూర్యుడికి, చంద్రుడికి, తారలకి ముఖ్యస్థానం ఉంది.



విశాలమైన పళ్లెం లాంటి భూమిని ఒక ఏనుగుల దండు మోసేదని అనుకునేవారు ప్రాచీన భారతీయులు. ఆ ఏనుగులు సముద్రంలో ఈదులాడుతున్న ఓ పెద్ద తాబేలు మీద నించున్నాయి. అప్పుడప్పుడు తాబేలు ఆయాసంతో కొద్దిగా కదిలేది. అలా వచ్చేవే భూకంపాలు!

గ్రీకులకీ ఇలాంటి పిట్ట కథలు ఉండేవి. గ్రీకు పురాణాల్లో టైటన్లు గొప్ప శక్తి గల దేవతలు. భూమి కింద పడకుండా భుజాల మీద మోయడం **అట్లాస్** అనే టైటన్ వీరుడి పని.

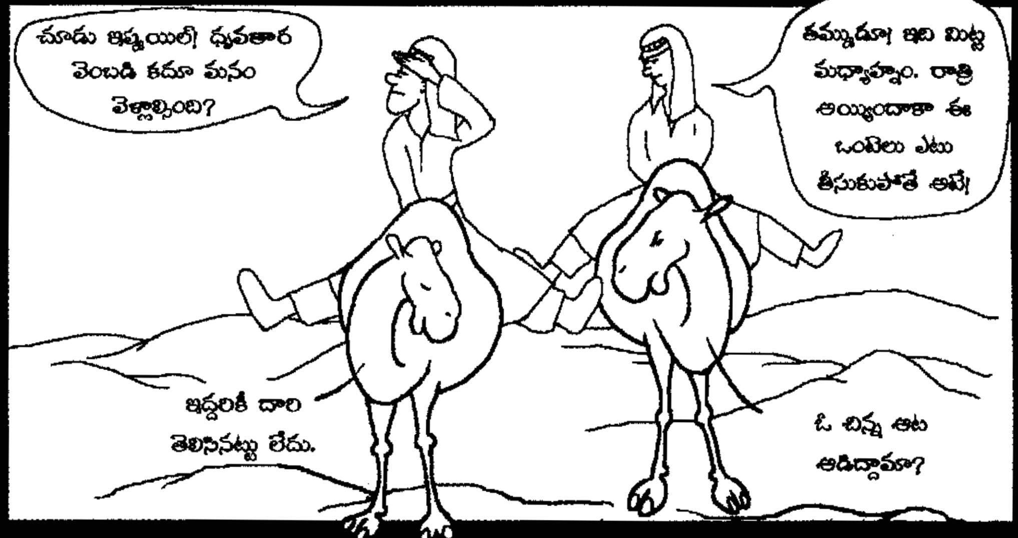


ఈ పుక్కిటి పురాణాలన్నీ వట్టి ఊహాగానాలు. విశ్వాన్ని అర్థం చేసుకోవడంలో మనిషి వేసిన తప్పటడుగులు, తొలిమెట్లు.

ఆ విధంగానే మొట్టమొదటి విశ్వశాస్త్రాలు ఆరంభం అయ్యాయి.

కాలెండర్లు, గడియారాలు
లేని కాలంలో ఆకాశం
చూసి సమయం, దిశ
తెలుసుకునే వాళ్లు.

ఆ విధంగా నావికులు,
బాటసారులు దారి
తెలుసుకునేవారు.



సముద్రం మీద ప్రయాణించే
నావికులకి కూడా ఆకాశం
ఎంతో ఉపయోగపడేది.
తారలని చూసి నడిసముద్రంలో
దారి తెలుసుకునేవారు.

ఖగోళ విజ్ఞానం పెరగడంతో
నౌకాయానం కూడా ఒక
శాస్త్రంగా పరిణామం చెందింది.
తారలని కచ్చితంగా పరిశీలిస్తూ
నావికులు సునాయాసంగా
సముద్రాలని దాటేవారు.



తారలని చూసి నౌకాయానం
చేసే ఆచారం ఇప్పటికీ ఉంది.

కాని ఆధునిక ఓడలు
సాటిలైట్లు, రేడియో
తరంగాలు, అధునాతన
ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలు
మొదలైనవి వాడుకుని
సముద్రాలు దాటతాయి.



సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారలు అన్నీ ఆకాశంలో కదులుతూ కనిపిస్తాయి. కాని జాగ్రత్తగా చూస్తే వాటిలో కొన్ని విన్యాసాలు కనిపిస్తాయి.



అలా ఎందుకు జరుగుతోందో ఆలోచించారు.



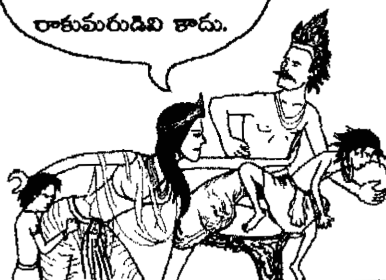
ఖగోళ విజ్ఞానంలో ఇవి మొదటి మెట్లు.

'ఉత్తర తార' లేక 'ధృవ తార' – స్థిరంగా ఉంటుంది కాబట్టి ఖగోళ విజ్ఞానంలో దీనికి ప్రత్యేక స్థానం ఉంది.

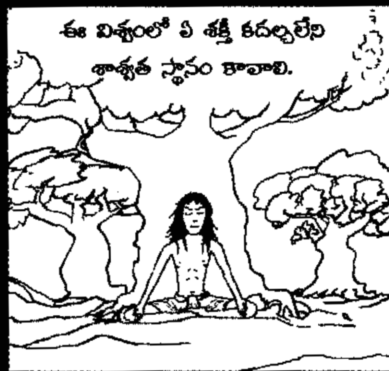
తక్కిన తారలే కాక విశ్వగోళం అంతా ధృవ తార చుట్టూ పరిభ్రమిస్తోంది.

భారతీయ పురాణాలలో ధృవుడు ఒక రాజకుమారుడు. విష్ణువు వరంతో తారగా మారిపోతాడు. అదే ధృవతార.

ఒకనాడు ఐదేళ్ల ధృవుడు తండ్రి ఒడిలో కూర్చుని ఉంటాడు. తన సవతి తల్లి ఆ దృశ్యం చూసి సహించలేకపోతుంది. రాజు ఒడిలోంచి ధృవుణ్ణి పక్కకి తోసి తన సొంత కొడుకుని కూర్చోపెడుతుంది.



మనసు గాయపడ్డ ధృవుడు తనకంటూ ఓ శాశ్వత నివాసం కోసం వెతుకుతూ పోతాడు. దీర్ఘకాలం తపస్సు చేసి ఆ తపస్సుకి వరంగా ఓ స్థిరతారగా మారిపోతాడు.



మరి తారలన్నీ ప్రత్యేక విన్యాసాలలో కదులుతాయా?... కాదు.



కొన్ని ప్రకాశవంతమైన తారలు విన్యాసాన్ని వదిలి సంచరిస్తున్నాయి. గ్రీకులు వాటిని ప్లానెట్స్ (గ్రహాలు) అన్నారు. అంటే సంచారకులు అని అర్థం. స్థిరమైన తారా విన్యాసాల మీదుగా ఈ సంచార తారలు ఇష్టం వచ్చినట్టు కదులుతున్నాయి.

సూర్యుడు, చంద్రుడు కూడా స్థిర తారల విన్యాసంలో భాగం కావు.



తారల లాంటి గ్రహాలు ఐదు ఉన్నాయి. వాటికి గ్రీకులు తమ దేవతల పేర్లు ఇచ్చారు.

మెర్క్యురీ　వీనస్　మార్స్　జూపిటర్　సాటర్న్　మరి మా సంగతేంటి?

వాటికి సూర్య, చంద్రుల్ని కలిపితే గ్రహాల సంఖ్య ఏడుకి పెరిగింది.

తారల విన్యాసాలు చాలా వేగంగా కదిలేవి. కొద్ది నిముషాలలోనే అవి కదిలినట్టు తెలిసేది. కాని ఆ విన్యాసాల నేపథ్యం మీదుగా గ్రహాల కదలిక చాలా నెమ్మదిగా జరిగేది.

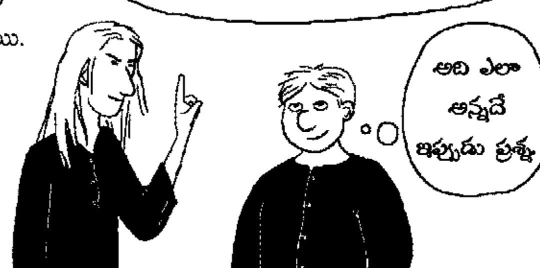


గ్రహాల చలనాన్ని గుర్తించాలంటే రోజులు, నెలలు జాగ్రత్తగా పరిశీలించాలి.

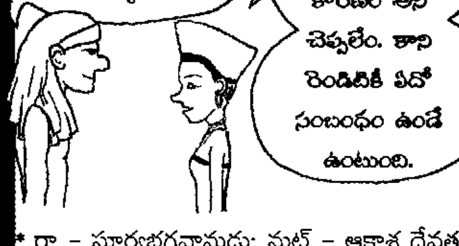


కొన్ని శతాబ్దాల పాటు నిశితంగా చేసిన పరిశీలనల వల్ల రహస్యం విడసాగింది.

ఈ కృషి వల్ల రెండు విషయాలు స్పష్టం అయ్యాయి.



రెండవ విషయం. ఆకాశంలో సంఘటనలకి భూమి మీద ప్రభావం ఉంటుంది.

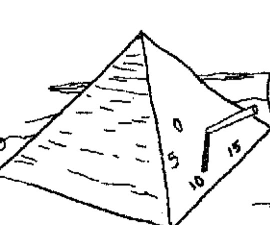


* రా – సూర్యభగవానుడు; నుట్ – ఆకాశ దేవత

ఈజిప్ట్‌లో నైలు వరదల వల్ల జనజీవనం ప్రభావితమయ్యేది.

సూర్యుడికన్నా సిరియస్ తార ముందు ఉదయిస్తే నైలు పోటెక్కుతుందని వారికో లెక్క.

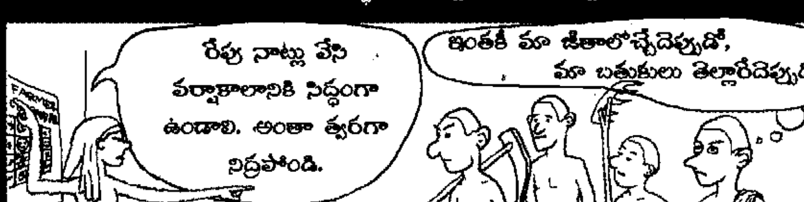
తమకి తెలిసిన ఖగోళ విజ్ఞానంతో మళ్లీ సిరియస్ ఎప్పుడు ఉదయిస్తుందో ఖచ్చితంగా చెప్పగలిగేవారు ఈజిప్షియన్లు.



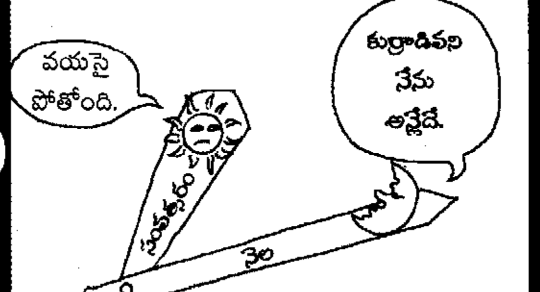


ప్రకృతి సహజంగా జరిగే సంఘటనలని ముందే నిర్ణయించడానికి ఓ చక్కని పద్ధతి కావాలి. ఆ అవసరాన్ని తీర్చడానికి కాలెండర్ పుట్టింది. తారా విన్యాసాల మీదుగా సూర్యుడు ఒక చుట్టు చుడితే ఒక సంవత్సరం అవుతుంది. చంద్రుడి పక్షాలన్నీ ఒకసారి గడిస్తే ఒక మాసం అవుతుంది.

సేద్యం, రాజ్యపాలన మొదలైన వ్యవహారాలన్నీ ఇప్పుడు ప్రణాళిక బద్ధంగా నిర్వహించుకోవచ్చు.



సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారలు మనకు కాలనిర్ణేతలు. భూమి చుట్టూ వాటి ప్రదక్షిణ బట్టి రోజులో సమయం చెప్పొచ్చు. స్థిర తారా విన్యాసంలో వాటి సంచారాన్ని బట్టి ఏడాదిలో ఎక్కడున్నామో చెప్పొచ్చు.



కొందరికి ప్రతీ విషయాన్ని ఆధ్యాత్మిక దృష్టితో చూడడం అలవాటు.

రేపు
ఈ గ్రహాలన్నీ
ఎక్కడుంటాయో
ఏమో దేవుడెరుగు!

వాటికి కూడా
సంకల్పం
ఉంటుందేమో

అందుకే భూమి మీద
మన జీవితాలని గ్రహాలు
ఓ ఆటాడిస్తున్నాయ్!

అలా జ్యోతిష్యం పుట్టింది. గ్రహాలు తమ జీవితాలని శాసిస్తున్నాయని జనం నమ్మడం మొదలుపెట్టారు.

పండితులు ఈ మూఢనమ్మకాన్ని ఆసరాగా తీసుకుని...

గ్రహణ
కాలంలో
పుట్టాడా
పాపం?
అయ్యయ్యో
బతుకంతా కష్టాలే.

ప్చ్

. . . పబ్బం గడుపుకున్నారు.

దేవతలకి సంతర్పణ
చేస్తే గాని తృప్తిపడరు.
ఖర్చవుతుంది మరి.

అంత పెద్ద లాభానికి
ఇంత చిన్న వ్యయం.
ఆలోచించకు మరి.

అయితే ఆకాశంలోని వస్తువులకి భూమి మీద జరిగే సంఘటనల మీద ప్రభావం ఉంటుందనడానికి ఆధారాలు లేకపోలేవు.

నిండు పున్నమి.
పెద్ద అలలు లేస్తాయి.
చూస్కో.

కాని ఈ విషయాన్ని జ్యోతిష్యులు గుర్తుపట్టలేనంతగా మార్చేశారు.

భూమి మీద
అన్నీ గ్రహాల అనుసారమే
జరుగుతాయి.

అవును. ఆ వ్యవహారాన్నీ
మనబోటి పండితులకే
అర్థమవుతాయి.

ఖగోళశాస్త్రమా? దానికి పెద్దగా
భవిష్యత్తు లేదోయ్. జ్యోతిష్యం
నేర్చుకో. బాగుపడతావ్.

మీ భవిష్యత్తు
తెలుసుకోండి

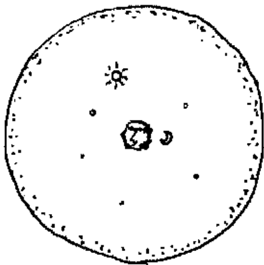
+CAREER ADV

ఇదిలా ఉండగా వైజ్ఞానిక దృష్టితో ఆకాశంకేసి చూసేవాళ్లు కూడా ఉన్నారు.





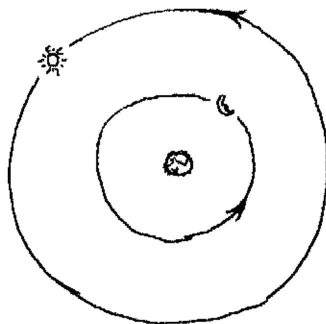
అరిస్టాటిల్ దృష్టిలో ఖగోళశాస్త్రం కూడా తత్వశాస్త్రంలో ఒక భాగమే.





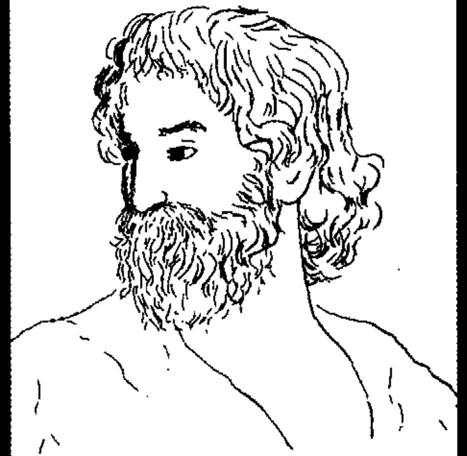
ఆయన తర్కం ఆయనది.





ఆధునిక ఖగోళశాస్త్రానికి మూలాలు అరిస్టాటిల్ అనే గ్రీకు తాత్వికుడి రచనలలో కనిపిస్తాయి.

అరిస్టాటిల్
క్రీ.పూ. 384 - 322



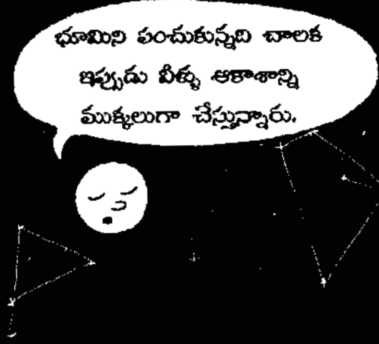
సమగ్రమైన తత్వచింతన చేసినవారిలో ఈ గ్రీకు తాత్వికుడు ప్రథముడు. ఎన్నో అంశాల మీద ఆయన రచనలు చేశాడు. రాజకీయం, నీతిశాస్త్రం, సౌందర్యశాస్త్రం, అది భౌతికశాస్త్రం, తర్కశాస్త్రం, విజ్ఞానశాస్త్రం మొదలైనవి. తర్కాన్ని శాస్త్రబద్ధంగా చదివిన మొదటివాడు. ఎన్నో తాత్విక, ఆధ్యాత్మిక సాంప్రదాయాల మీద ఆయన చింతన ప్రభావం చూపింది.

ఆయన ప్రభావం ఎంతో మంది మీద పడింది. వారిలో ముఖ్యుడు తన శిష్యుడు అలెగ్జాండర్ చక్రవర్తి.

ఒక మనిషి భావనలు అన్ని రంగాల్లో, అంత ప్రభావాన్ని చూపించడం అసమాన్యమైన విషయం. అతడి చింతన ప్రభావం ఖగోళశాస్త్రం మీద కూడా పడింది. రెండు వేల ఏళ్ల పాటు ఖగోళ శాస్త్రంలో జనం గోళాలని, వృత్తాలని పట్టుకువేలాడారు.

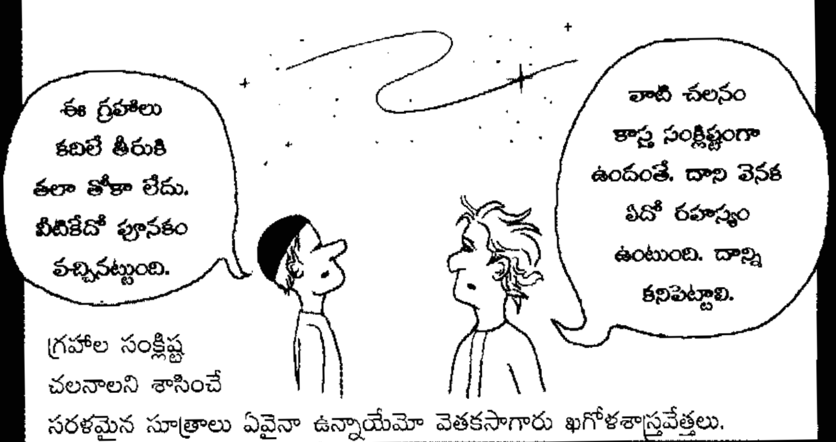
ఖగోళ శాస్త్రంలో అరిస్టాటిల్ ప్రభావం వరమో. శాపమో అర్థం కావడం లేదు. భావాలలో దోషాలు ఉన్నా అతడు ఆరంభించిన ఒరవడులు ఆధునిక విజ్ఞానానికి పునాది వేశాయి. విశ్వం గురించి ప్రశ్నించడం నేర్పించాడు. తెలుసునని నమ్మిన విషయాల గురించి కూడా కొత్తగా ప్రశ్నించడం మొదలుపెట్టాడు.

సంచరించే గ్రహాల చలనాలని ఖచ్చితంగా వర్ణించాలంటే వాటి నేపథ్యంలో ఉన్న తారా విన్యాసాలని ఖచ్చితంగా చిత్రించాలి.



చీకటి ఆకాశంలో అక్కడక్కడ కొన్ని ప్రకాశవంతమైన తారల విన్యాసాలు కనిపిస్తాయి. వాటినే తారారాశులు అంటారు.

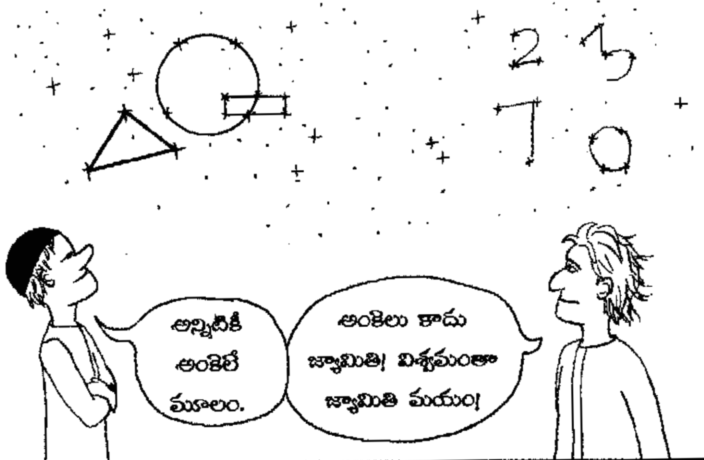
తారారాశుల స్థానాలు ఖచ్చితంగా చిత్రించడం వల్ల గ్రహాల కదలికలని ఖచ్చితంగా కనిపెట్టడానికి వీలయ్యింది.



గ్రహాల సంక్లిష్ట చలనాలని శాసించే సరళమైన సూత్రాలు ఏవైనా ఉన్నాయేమో వెతకసాగారు ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు.

ఆ చలనాలని అర్థం చేసుకోడానికి గణితం వాడారు.

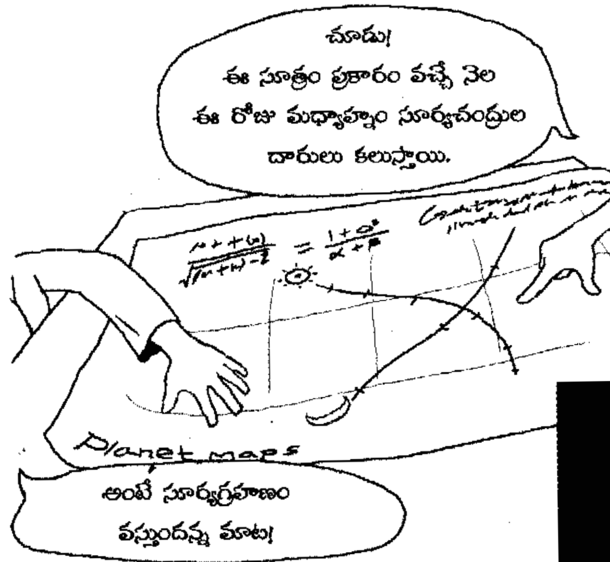
మరి వాళ్లకి తెలిసిన గణితం ఇంతే కాబోలు.



ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గ్రహ చలనాలని సరళమైన గణిత సూత్రాలతో వర్ణించడానికి ప్రయత్నించారు.

ఆ సూత్రం ప్రకారం ఒక గ్రహం కొన్ని వందల ఏళ్ల క్రితం ఎక్కడుందో చెప్పగలిగితే, అదే సూత్రంతో భవిష్యత్తులో అది ఎక్కడ ఉంటుందో కూడా చెప్పగలం.

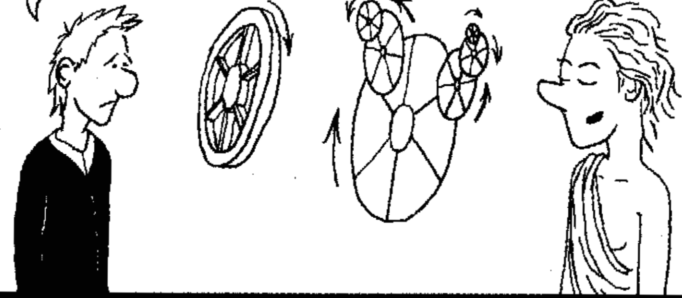
ఈ సూత్రాల సామర్థ్యం వాటి వెనక ఉన్న గణిత సామర్థ్యం మీద ఆధారపడి ఉంది. ఈజిప్షియన్ పద్ధతులు ఏదో ప్రాథమిక సంఖ్యా వ్యవస్థ మీద ఆధారపడి ఉన్నాయి. అవి అంత మంచి ఫలితాలనివ్వలేదు.
బాబిలోనియన్‌ల ఫలితాలు మరి కొంచెం మెరుగ్గా ఉన్నాయి. ఎందుకంటే వారి సంఖ్యామానం వేరుగా ఉంది. అది ఆధునిక దశాంశ పద్ధతికి దగ్గరగా ఉంది. అయితే 10కి బదులు 60 ఆధారంగా చేసుకున్నారు.
బాబిలోనియన్ల ప్రభావం ఇప్పటికే కనిపిస్తోంది. ఇప్పుడు మనం గంటని 60 నిముషాలుగాను, నిముషాన్ని 60 సెకనులుగాను భాగిస్తున్నాం.



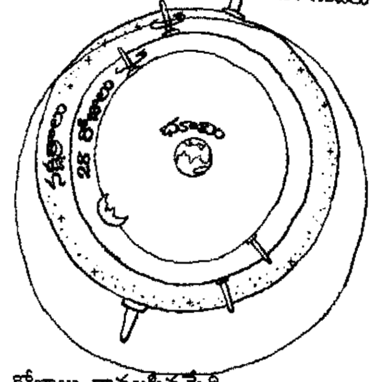
గ్రహాల చలనాన్ని ముందుగా చెప్పగలగడం చాలా గొప్ప విశేషం. అంతవరకు అర్థంలేనట్టు కనిపించినవి ఇప్పుడు వశం అయ్యాయి. గ్రహణాలకి మతాలు చాలా ప్రాముఖ్యతనిస్తాయి. దాంతో మత వ్యవహారాలకి ఖగోళశాస్త్రంతో పొత్తు కుదిరింది.

ఖగోళశాస్త్ర అభివృద్ధిలో గణితం ఎంతో తోడ్పడింది. అలాగే గణితం అభివృద్ధికీ కూడా ఖగోళశాస్త్రం దోహదం చేసింది.

మొదట్లో గ్రహగతుల నమూనాలు వృత్తాకారంలో ఉండేవి.

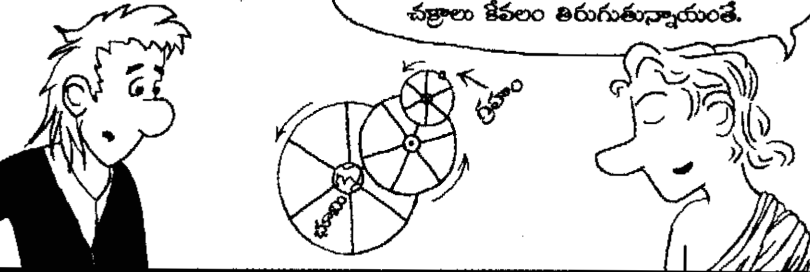


మొట్టమొదటి నమూనాలని సకేంద్రీయ గోళాల ఆధారంగా నిర్మించారు.
ఆ గోళాలన్నీ వాటి అక్షాల మీద బొంగరాల్లా తిరిగేవి.
అన్ని అక్షాలూ ఒకే రేఖ మీద ఉండేవి.

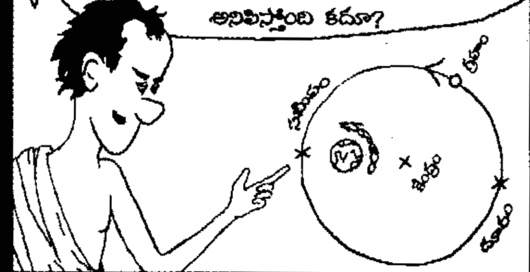


ఒక్క గ్రహం చలనాన్ని వర్ణించడానికి ఎన్నో సకేంద్రీయ గోళాలు కావలసివచ్చేది.

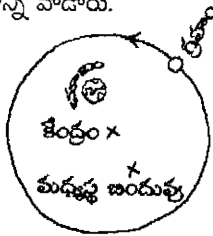
ఇది సరిపోనట్టు అధిచక్రాలు (epicycles) అన్న భావన ఒకటి మొదలయ్యింది. ఈ నమూనా ప్రకారం ప్రతీ చక్రం ఒక తిరిగే చక్రం అంచుతో పాటు తిరుగుతుంది. ఆ చక్రం యొక్క కేంద్రం మరో తిరిగే చక్రం అంచుతో పాటు తిరుగుతుంటుంది. ఆ చక్రం మరో మూడో చక్రం మీద తిరుగుతుంటుంది...



అలాగే 'వికేంద్రీయ వృత్తం' అనే భావన కూడా ఒకటుంది. గ్రహాల వేగాలలో మార్పులని అర్థం చేసుకోడానికి దీన్ని ప్రతిపాదించారు.



వృత్తాన్ని ఆధారంగా చేసుకున్న నమూనా అన్నిట్లోకి 'మధ్యస్థ బిందువు' అన్న నమూనా అత్యంత సంక్లిష్టమైనది. అయితే గ్రహ గతులని అర్థం చేసుకోడానికి అదే అత్యంత శక్తివంతమైన సాధనం అని కూడా తెలిసింది. ఇంచుమించు ఒకటిన్నర సహస్రాబ్దాల పాటు దాన్ని వాడారు.



ఈ నమూనాలన్నీ గ్రహగతులని విజయవంతంగా వర్ణించగలిగాయి. అయితే ఆ గోళాలు, వృత్తాలు అన్నీ కేవలం గణిత నమూనాలు మాత్రమే, భౌతిక వస్తువులు కావు. కాని వాటి సహాయంతో మరింత సరళమైన, మరింత కచ్చితమైన నమూనాలని నిర్మించడానికి వీలయ్యింది.

ఒక నమూనా ఎన్ని విషయాలని వివరించగలిగితే అంత శక్తివంతమైనది అన్నమాట.

ఈ నమూనా వివరాలన్నిటినీ సమన్వయపరచిన మహామేధావి గ్రీకు ఖగోళ శాస్త్రవేత్త టోలెమీ. గ్రహచలనాలని కచ్చితంగా వర్ణించగల మొట్టమొదటి సమగ్ర నమూనాని అతడు తయారుచేశాడు.

టోలెమీ ఒక గ్రీకు ఖగోళశాస్త్రవేత్త. అతని అసలు పేరు క్లాడియస్ టోలెమేయస్. అతడి వ్యక్తిగత జీవితం గురించి పెద్దగా సమాచారం లేదు.



టోలెమీ రాసిన ఓ ప్రఖ్యాత గ్రంథం అల్మాజెస్ట్. దాని గ్రీకు మూలం పేరు 'మెగలే సింటాక్సిస్' అంటే 'గణిత సంకలనం.' తరువాత దీన్ని అరబిక్‌లోకి 'అల్ మజెస్తీ' (అత్యుత్తమం) అన్న పేరుతో అనువదించారు. తరువాత లాటిన్‌లో అల్మాజెస్తమ్ అన్న పేరుతో అనువదించారు.

ఖగోళశాస్త్రంలో
నిజంగానే
ఇదో గొప్ప
గ్రంథం.

క్లాడియస్ టోలెమేయస్

క్రీ.శ. 85-165



టోలెమీ ఈజిప్ట్‌లో అలెగ్జాండ్రియా నగరంలో జీవించాడు. అతడో గొప్ప ఖగోళశాస్త్రవేత్త, గణితవేత్త, భౌగోళికశాస్త్రవేత్త. అల్మాజెస్ట్ అనే ఖగోళశాస్త్ర మహాగ్రంథాన్ని రచించాడు.

ఖగోళశాస్త్రంలో అతడి పరిశోధనలు 1400 ఏళ్ల పాటు వర్ధిల్లాయి.

అల్మాజెస్ట్ నిజానికి ఒక సుదీర్ఘమైన గ్రంథమాల. అందులో మొత్తం 13 సంపుటాలు. అందులో 1000 తారల వివరాలు ఉన్నాయి. మరెన్నో ఖగోళ సంబంధమైన వివరాలు అందులో ఉన్నాయి.

Y. PTOLEMY.
ASTRONOMY
Geography
Almagest V-1
Almagest V-2
Almagest V-3
Almagest V-4
Almagest V-5
Almagest V-6
Almagest V-7
Almagest V-8
Almagest V-9
Almagest V-10
Almagest V-11
Almagest V-12
Almagest V-13
Cartography
MY. PTOLEMY.

టోలెమీ సాధించిన విజయాల రహస్యం అతడి గణిత నమూనాలలోనే ఉంది.



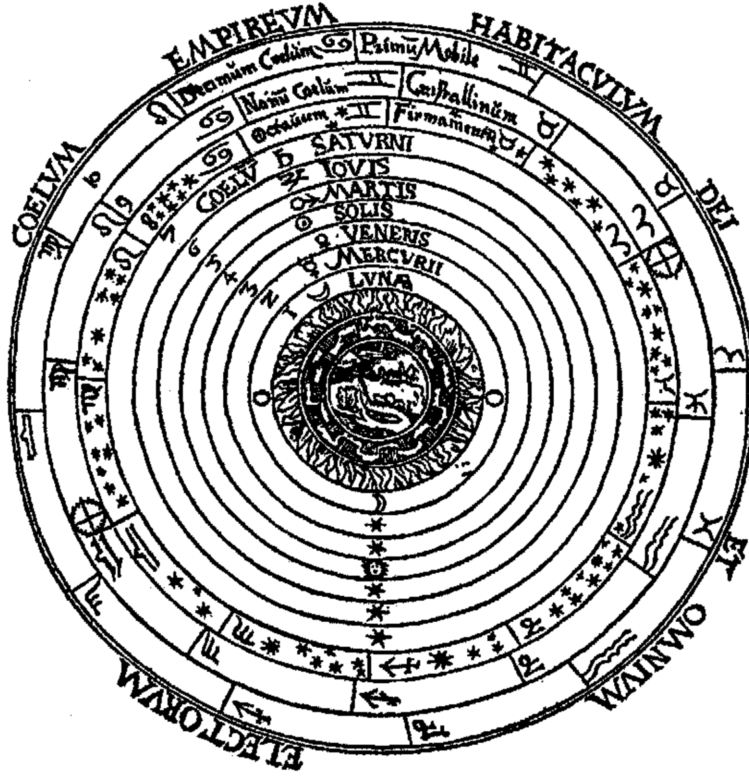


అధిచక్రాలు, మధ్యస్థ బిందువులు మొదలైనవన్నీ కేవలం అనువైన ఊహా చిత్రాలేనని అవి భౌతిక ప్రపంచానికి సంబంధించినవి కావని మెల్లగా అర్థమయ్యింది.

టోలెమీ ఊహించిన విశ్వానికి భూమి కేంద్రం. సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారల్లాంటి గ్రహాలు ఆ కేంద్రం చుట్టూ అధిచక్రాలు, మధ్యస్థ బిందువులు మొదలైన గణిత సూత్రాలని అనుసరించి కదులుతుంటాయి. ప్రతీ గ్రహం ఓ ప్రత్యేక వ్యాసం గల గోళంలో ఇమిడి ఉంది. అన్నిటికన్నా దూరంలో ఉన్న గ్రహానికి ఆవల పరిభ్రమిస్తున్న ఓ పెద్ద గోళంలో తారలు పొదగబడి ఉన్నాయి.

చిన్న చిన్న మార్పులు చేర్పులు మినహాయిస్తే, టోలెమీ సిద్ధాంతాలు ఇంచుమించు 1400 ఏళ్లపాటు యథాతథంగా నిలిచాయి. అల్మాజెస్ట్ ప్రపంచ భాషల్లోకి అనువదించబడింది. బైబిల్‌లా పారాయణం చెయ్యబడింది. ఖగోళ శాస్త్రంలో అది చెప్పిందే వేదం అయ్యింది.

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum.



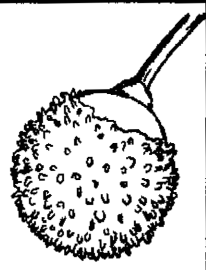
విశ్వం గురించి మన అధునిక విజ్ఞానం దృష్ట్యా చూస్తే, టోలెమీ ఊహించిన విశ్వం పూర్తిగా తప్పని అర్థమవుతోంది. కాని ఆ రోజుల్లో (తరువాత ఎన్నో శతాబ్దాల వరకు) ఆ ఊహాగానమే శిరోధార్యం అయ్యింది.

తదనంతరం పలువురు మేధావులు టోలెమీ భావాలని సవాలు చేశారు. కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన విప్లవాత్మక భావాలు, కెప్లర్ ప్రతిపాదించిన దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు, గెలీలియో పదును పెట్టిన దూరదర్శిని - ఇవన్నీ టోలెమీ ఊహించిన విశ్వభావనని కూలదోశాయి. ఖగోళ విజ్ఞాన చరిత్రలో ఒక చీకటి యుగానికి తెర పడింది.

క్రీ.పూ. 1000 కల్లా భూమి పళ్లెంలా చదునుగా లేదని,
గోళాకారంలో ఉందని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు కనుక్కున్నారు.

క్రీ.శ. 500కి చెందిన ప్రఖ్యాత భారతీయ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఆర్యభటుడు దూరం నుంచి భూమి ఎలా ఉంటుందో చెప్పడానికి ఒక సారూప్యం చెప్పాడు.

బంతి లాంటి
కదంబ ఫలం మీద
పొడుచుకొచ్చే
చిన్న చిన్న పువ్వుల్లా...



మనం భూమి మీద
నించుని ఉన్నాం.
కిందకి అంటే భూమి కేంద్రం వైపు,
పైకి అంటే కేంద్రానికి దూరంగా.

మరి భూమి అంతలా ఉంటే చూడడానికి చదునుగా ఎందుకు కనిపిస్తుంది?

దానికి రెండు కారణాలు ఉన్నాయి.

ఓ పగిలిన కుండ నుంచి ఓ చిన్న పెంకు తీసుకోవాలి. అది చదునుగా కనిపిస్తుంది. కాని కుండ గుండ్రంగా ఉంటుంది కాబట్టి పెంకు కూడా కాస్త వంపు తిరిగి ఉంటుంది.

బహుశ కనుచూపు మేర వరకు మనకి కనిపించేదంతా భూమి మీద చాలా చిన్న భాగమేమో.

మరి భూమి గుండ్రంగా ఉందని అసలు ఎందుకు అనుకున్నారు? దానికి ఆధారాలు ఉన్నాయి. చాలా బలమైన ఆధారాలు.

అదుగో! ఎప్పుడూ కదలని ధృవ తార కూడా కాస్త కిందికి దిగింది.

బహుశ దక్షిణంగా ప్రయాణించడం నీకు ఇదే మొదలేమో.

నువ్వు ఎన్నడూ చూడని కొన్ని తారలు చూపిస్తాను.

ఆ ఓడ సగమే ఎందుకు కనిపిస్తోంది? మునిగి పోతోందా?

నీకు తెలీదా? దూరం అవుతున్న ఓడలు మునుగుతున్నట్టు, దగ్గరవుతున్న ఓడలు పైకి వస్తున్నట్టు కనిపిస్తాయి.

బహుశ సముద్ర తలం వంపు తిరిగి ఉందేమో.

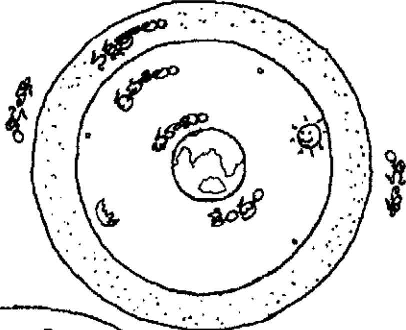
ఇంతకీ భూమి పరిమాణం ఎంత? క్రీ.పూ. 240లో ఎరాటోస్తనీస్ అనే గ్రీకు పండితుడు ఈ సంగతి తేల్చాడు. భూమి వంపు తిరిగి ఉంటే సూర్య కాంతి వివిధ స్థలాలలో వివిధ కోణాలలో పడుతూ కనిపించాలి. ఈజిప్ట్‌లోని సియన్ నగరంలో జూన్ 21న మిట్టమధ్యాహ్నంలో నిటారుగా పాతిన స్తంభానికి నీడ పడదన్నది తెలిసిన విషయమే. అదే రోజు అదే సమయంలో సియన్‌కి 800 కిమీల దూరంలో ఉన్న అలెగ్జాండ్రియాలో ఓ స్తంభం పాతి దాని నీడ పొడవు కొలిచాడు ఎరాటోస్తనీస్.

800 km

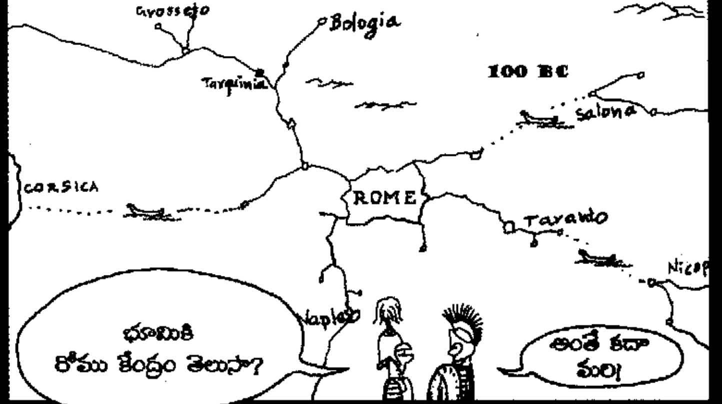
ఈ సమాచారాన్ని ఉపయోగించి భూమి చుట్టుకొలత 40,000 కిలోమీటర్లు అని లెక్కించాడు ఎరాటోస్తినిస్.

మన నడిచే ఈ నేల,
ఈ భూమి,
40,000 కిమీల
చుట్టు కొలత గల
ఓ పెద్ద బంతి
అని ఎవరు ఊహించారు?

సూర్యుడు, చంద్రుడు, గ్రహాలు, తారలు కూడా మన చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టుగా కనిపిస్తాయి. మొదట్లో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఈ చలనాలన్నిటికి భూమే కేంద్రం అనుకున్నారు.



భూమి విశ్వానికి కేంద్రం కాదని ప్రస్తుతం మనకి తెలుసు. అసలు విశ్వానికి కేంద్రమే లేదు. ప్రపంచానికి కేంద్రం రోమ్ అని రోమన్లు అనుకునేవారట. ఈ భావన కూడా అంతే హాస్యాస్పదంగా ఉంది.

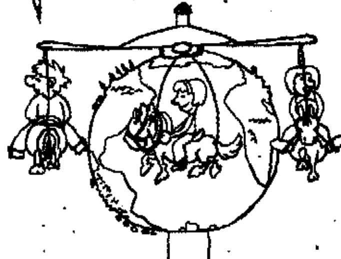


భూమే కాక, ఇతర గ్రహాలు కూడా సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతూ ఉండొచ్చని చాలా కాలంగానే మనుషులు ఆలోచిస్తూ వచ్చారు. రమారమి క్రీ.పూ. 250 కాలంలో సామోస్ నగరానికి చెందిన అరిస్టార్కస్ ఇలా అన్నాడు...

చూశావా? అన్నీ సూర్యుడు చుట్టే తిరుగుతున్నాయి...

ఒక్క చంద్రుడు తప్ప.

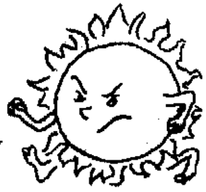
క్రీ.శ. 500 కాలంలో ఆర్యభటుడు భూమి తన చుట్టూ తాను బొంగరంలా రోజుకొకసారి తిరుగుతోందని తర్కించాడు. భూమి తిరగడం వల్లే తారలు, గ్రహాలు తిరుగుతున్నట్టు కనిపిస్తున్నాయి అన్నాడు (రంగుల రాట్నం మీద ఎక్కితే ప్రపంచం మన చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టు).



దురదృష్టవశాత్తు అలాంటి సిద్ధాంతాలను ఎవరూ పట్టించుకోలేదు. అలాంటి విప్లవాత్మక భావాలకి లోకం ఇంకా సిద్ధంగా లేదు.



అలా కొన్ని వేల ఏళ్ల పాటు సూర్యుడినే పాపం భూమి చుట్టూ తిప్పారు.





చివరికి సూర్యుడిని ఆపి భూమిని కదిలించిన ఘనత కోపర్నికస్‌కి దక్కింది.





నికోలాస్ కోపర్నికస్
1473–1543



పోలాండ్‌లో పుట్టిన ఈ మేధావి గణితవేత్త, ఖగోళశాస్త్రవేత్త, వైద్యుడు, అనువాదకుడు, ఆర్థికశాస్త్రవేత్త, సేనానాయకుడు... ఇంకా మరెన్నో... సూర్యసిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించిన వారిలో ఇతడు ప్రథముడు. అతడు రాసిన 'రెవొల్యూషనాలిబస్ ఓర్బియమ్ సెలెస్టియమ్' (ఖగోళ వస్తువుల చలనాలు) అనే గ్రంథం ఆధునిక ఖగోళ విజ్ఞానానికి మేలుకొలుపు అయ్యింది.

ఆ రోజుల్లో చలామణిలో ఉన్న నమూనాలతో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు విసిగిపోయారు.



శతాబ్దాల నాటి టోలెమీ నమూనాలకి మెరుగులు దిద్దాలి, లేదా అవతల పారేయాలి.



ఈ సూర్యసిద్ధాంతాన్ని గురించి ప్రాచీన ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి ఏదో అవిస్పష్టమైన అవగాహనే ఉండేది. కాని కోపర్నికస్ సిద్ధాంతం ఊరికే ఒక భావన కాదు. సంపూర్ణ గణిత సాధనలతో కూడుకున్న సమగ్ర సిద్ధాంతం. తన కొత్త సిద్ధాంతానికి కావలసిన లెక్కలన్నీ వెయ్యడానికి అతడికి 30 ఏళ్ళు పట్టింది.

ఆ రోజుల్లో మంచి ప్రాబల్యం ఉన్న సిద్ధాంతాన్ని సవాలు చేసిన ధీరుడు కోపర్నికస్.



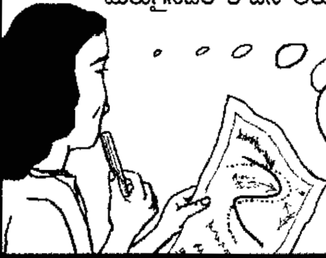




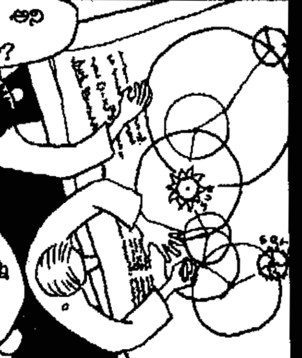
గ్రహగతులకి సంబంధించిన ఎన్నో చిక్కు ముళ్లని ఇతడి సిద్ధాంతం విప్పింది. అతడి సమకాలీనులకి అతడి భావాలు అర్థం కాలేదు.

కోపర్నికస్ భావాలు స్వీకరించబడడానికి ఒక శతాబ్ద కాలం పట్టింది. భూమి కేంద్రంగా ఉండే సిద్ధాంతానికి ఈ సూర్యసిద్ధాంతం పూర్తిగా వ్యతిరేకం. ఎట్టకేలకి ఖగోళ విజ్ఞానం చీకటి యుగం నుంచి బయటపడింది. ఆధునిక ఖగోళశాస్త్ర పితామహుడిగా కోపర్నికస్ గుర్తించబడ్డాడు.

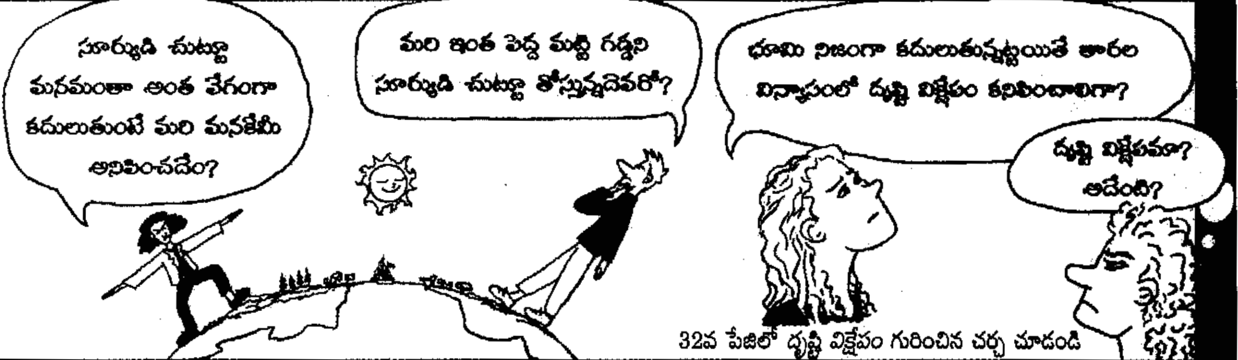
దురదృష్టవశాత్తు కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూర్యసిద్ధాంతం భూమి కేంద్రం అనే సిద్ధాంతం కన్నా మెరుగైనదేం కాదని తరువాత తేలింది.



దీనికి రెండు కారణాలు ఉన్నాయి. మొదటిది: గ్రహ కక్ష్యలు సాగదీసిన వృత్తాలని కోపర్నికస్ గ్రహించలేకపోయాడు. వాటికి బదులు ఇతను కూడా అధిచక్రాలనే పట్టుకు వేలాడాడు. పైగా తప్పుడు పరిశీలనల ఆధారంగా ఇతడు లెక్కలు వేశాడు.



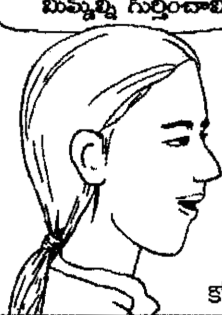
గ్రహగతుల నిర్ణయానికి సంబంధించిన చిక్కులే కాదు, మూల సిద్ధాంతంలో కూడా కొన్ని చిక్కులు ఉన్నాయి.



32వ పేజిలో దృష్టి విక్షేపం గురించిన చర్చ చూడండి

అలాంటి మౌలికమైన ప్రశ్నలకి సంబంధించిన సమాధానాలు తరువాత తెలిశాయి. అవి సూర్యసిద్ధాంతం మీద ఉన్న సందేహాలని తొలగించడమే కాక, విశ్వ గతుల గురించి మరింత లోతైన అవగాహనని అందించాయి. కాని కోపర్నికస్ సిద్ధాంతానికి అవి అవరోధాలు అయ్యాయి.

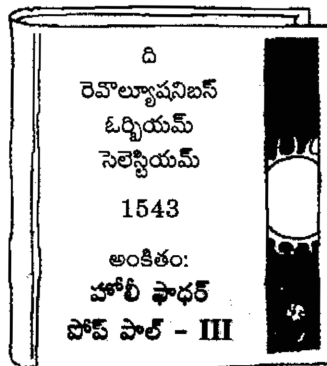
కోపర్నికస్‌ని అందరూ వ్యతిరేకించలేదు. నిజానికి అతడికి చాలా పెద్ద అభిమానుల బృందం ఉండేది.





కోపర్నికస్ భావాలకి అసలు తిరస్కారం చర్చి నుండి వచ్చింది.

చర్చి గాని తన భావాలని తిరస్కరిస్తే ఇక తనని దేవుడే రక్షించాలని కోపర్నికస్‌కి బాగా తెలుసు. చర్చిని నొప్పించకుండా జాగ్రత్తగా మెలగాలి. కాని తన అసిస్టెంటు చాలా తెలివిగా ఆ పుస్తకాన్ని ప్రచురించాడు.

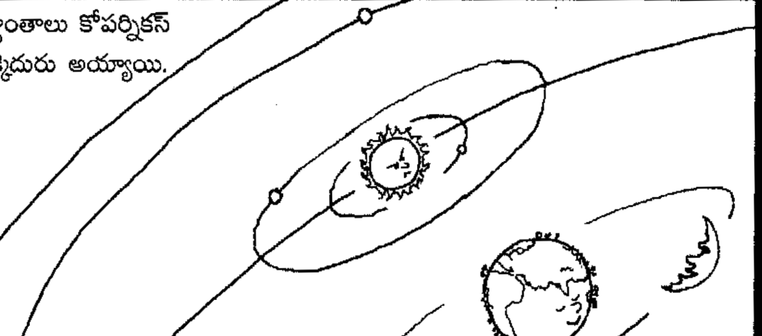


దురదృష్టవశాత్తు ఆ పుస్తకానికి అనుకున్నంత పేరు రాలేదు. ఓ శతాబ్ద కాలం ఆ సిద్ధాంతం మూలన పడింది. కాని సూర్యసిద్ధాంతాన్ని ఎంతో కాలం నిర్లక్ష్యం చెయ్యలేకపోయారు. భూకేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని ఎంతో కాలం సమర్థించలేకపోయారు.



టైకో బ్రాహే ఒక డేనిష్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త. అతడి సిద్ధాంతాలు కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాలకి చుక్కెదురు అయ్యాయి.





టైకో బ్రాహే (1546-1601)



డెన్మార్క్‌లో పుట్టాడు. యురానిబోర్గ్ వేధశాల (స్వర్గతుల్యమైన వేధశాల అని అర్థం) ని నిర్మించాడు. ప్రపంచంలో మొట్టమొదటి వైజ్ఞానిక సంస్థ ఇదే. కచ్చితమైన ఖగోళ పరిశీలనలు చేస్తాడని పేరు తెచ్చుకున్నాడు.

కోపర్నికస్ బోధించిన సిద్ధాంతానికి టైకో భావాలు గొడ్డలిపెట్టు అయ్యాయి. కోపర్నికస్ భావాలని ఒప్పుకుంటున్నట్టే ఒప్పుకుని భూమిని విశ్వానికి కేంద్రం చేశాడు టైకో. గ్రహాల సాపేక్ష చలనాల బట్టి చూస్తే టైకో బోధనకు, కోపర్నికస్ బోధనకి మధ్య తేడా లేదు. భూమి నుండి కనిపించేది ఎలాగూ సాపేక్ష చలనాలే కాబట్టి ఒక పెద్ద నష్టం రాలేదు.

టైకో చేసింది ఒక్క సవరణ మాత్రమే. కోపర్నికస్ వర్ణించిన గ్రహచలనాలనే అతడూ స్వీకరించి, ఆ చలనాలకి కేంద్రం వద్ద మాత్రం భూమిని ఉంచాడు. నిరూపణాలని మార్చినంత మాత్రాన ఏ పెద్ద మార్పూ రాదు.

కోపర్నికస్ సిద్ధాంతానికి ఈ విధంగా టైకో సమాధి కట్టి, ఆ మూల భావాలను మాత్రం తన సిద్ధాంతంలో వెనకాలే కలిపేసుకున్నాడు.

సూర్యుడు కేంద్రం అని గుర్తించలేకపోయాడు. అలాగని ఖగోళశాస్త్రానికి అతడు చేసిన సేవలని తక్కువచెయ్యాలేం. ఖగోళపరిశీలనలు కచ్చితంగా చెయ్యడం ఎంత ముఖ్యమో అతడు మరిమరీ గుర్తుచేసేవాడు.

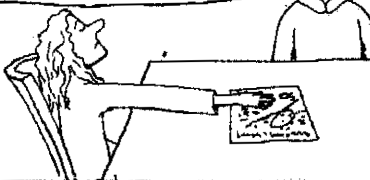


ఆ రోజుల్లో లభ్యమైన పరిశీలనల మీద టైకోకి పెద్దగా నమ్మకం ఉండేది కాదు.



తన జీవితంలో అధిక భాగం కచ్చితమైన పరిశీలనలు చెయ్యడంలోను, సునిశితమైన పరికరాలు నిర్మించడంలోను గడిపాడు.

కొందరు సహచరులతో టైకో ఓ దశాబ్దం పైగా పని చేశాడు. అతడు సేకరించిన సమాచారం భావి ఖగోళ శాస్త్రవేత్తల పెన్నిధి అయ్యింది.



ఒక దశలో టైకో తన కృషిలో సహాయం చెయ్యడానికి మేధావైన కెప్లర్‌ని అడిగాడు. వారిద్దరి సహకారం ఖగోళ విజ్ఞానం పాలిట వరం అయ్యింది.

టైకో సేకరించిన సమాచారం కెప్లర్‌కి ఎంతో ఉపయోగపడింది. దాని సహాయంతో తన సొంత గ్రహ చలనాల సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. ఈ విధంగా సూర్య సిద్ధాంతానికి మళ్ళీ ప్రాణం పొయ్యడంలో కెప్లర్ ఎంతో సహాయపడ్డాడు

టైకో శిష్యుడు జోహానెస్ కెప్లర్ గ్రహ చలనాల నమూనాలు మాత్రం తయారుచేస్తే సరిపోదు అనుకున్నాడు.

ఊరికే గ్రహ చలనాలని వర్ణిస్తే ఏం లాభం?

మరింకేం చెయ్యాలంటావు జోహానెస్?

అసలు గ్రహాలు అలా ఎందుకు కదులుతాయో తెలుసుకోవాలనుంది.

ఎందుకంటే, అంతా దైవసంకల్పం.

అతడి ఉద్దేశం గ్రహచలనం వెనక వట్టి జ్యామితి మాత్రమే కాదు, భౌతికశాస్త్రం కూడా ఉందని.

దురదృష్టవశాత్తు గ్రహచలనాల వెనక ఉండే భౌతిక కారణాల విషయంలో కెప్లర్ భావాలు కాస్త అయోమయంగానే ఉండిపోయాయి.

సూర్యుడిలోంచి ఏదో అయస్కాంత శక్తి వెలువడి గ్రహాలు నిరంతరం కదిలేలా చేస్తోంది! ఆ శక్తే లేకపోతే గ్రహాలన్నీ ఠక్కున ఆగిపోతాయి.

భలే!

అద్భుతం!

చివరికి గ్రహ చలనాలని కేవలం పైపైన వర్ణించాడు. 17వ శతాబ్దం మధ్యలో కెప్లర్ మూడు ముఖ్యమైన నియమాలని ప్రపంచానికి వెల్లడి చేశాడు.

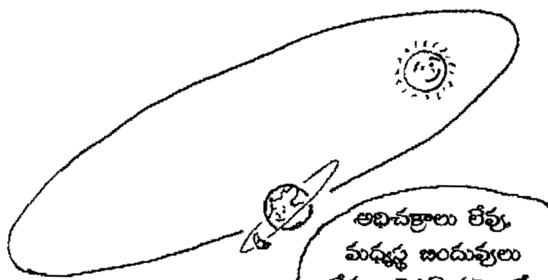
వాటినే ఇప్పుడు కెప్లర్ నియమాలు అంటాం. ఆ తరువాత దశాబ్దాలలో పుట్టిన భౌతిక సిద్ధాంత నిర్మాణంలో ఈ నియమాలు ముఖ్య పాత్ర పోషించాయి.

జోహానెస్ కెప్లర్ (1571-1630)

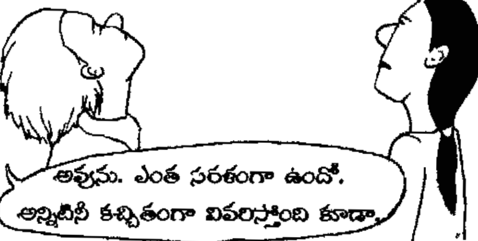


జర్మనీలో జన్మించాడు. గణితవేత్త, ఖగోళశాస్త్రవేత్త, జ్యోతిష్యుడు. మూడు ముఖ్యమైన గ్రహచలన నియామాలతో ఖ్యాతి తెచ్చుకున్నాడు. కోపర్నికస్ చాటిన విశ్వదర్శనానికి తిరిగి ఊపిరిపోశాడు.

సంక్లిష్టమైన అధిచక్రాల యంత్రాంగాన్ని అవతల పారేసి వాటి స్థానంలో ఒకే ఒక వక్రాన్ని - దీర్ఘ వృత్తాన్ని - తీసుకొచ్చి అసమాన ప్రతిభని ప్రదర్శించాడు.



అధిచక్రాలు లేవు, మధ్యస్థ బిందువులు లేవు... కెప్లర్ గట్టివాడే!



ఎంతో సరళమైన కెప్లర్ నియమాలు గ్రహ చలనాలని చాలా కచ్చితంగా వర్ణించగలిగాయి. గ్రహాలు దీర్ఘ వృత్తాకార కక్ష్యల్లో తిరుగుతాయి అన్నది కెప్లర్ మొదటి నియమం అయ్యింది.

మరో చిత్రమైన విషయం ఏమిటంటే టైకో సేకరించిన సమాచారం కెప్లర్‌కి తన పనిలో ఎంత పనికొచ్చింది. టైకో సమాచారం పూర్తి నిర్దోషంగా ఉంది కాబట్టే, అధిచక్రాలు సరైన నమూనాలు కావని కెప్లర్ భావించాడు. వాటి బదులు దీర్ఘవృత్తాలు ఉపయోగించి చూశాడు.

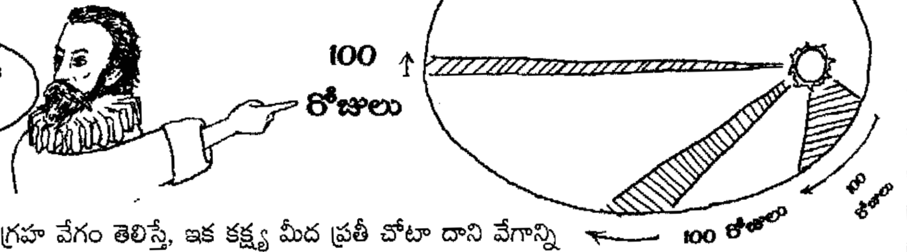
ఇదే సరైందని ఎంతైనా పందెం కడతా!



టైకో పరిశీలనలుకేవలం కంటితో చూసి చేసిన అత్యంత కచ్చితమైన పరిశీలనలు. ఆ తరువాత దశాబ్దాలలో దూరదర్శిని సహాయంతో చేసిన పరిశీలనల ముందు ఇవి దిగదుడుపే.

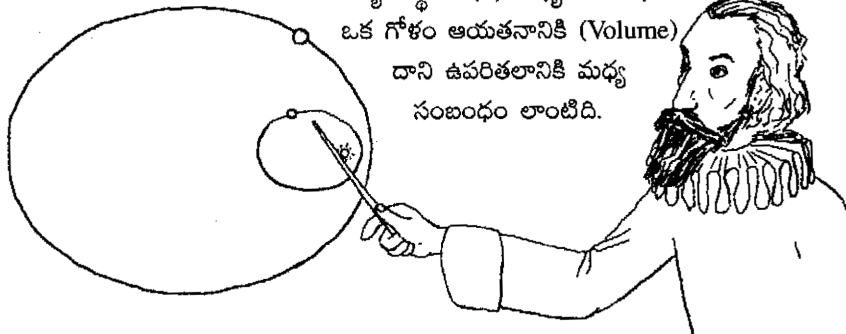
దూరదర్శినితో సాధించిన సమాచారం అందుబాటులో ఉంటే గ్రహకక్ష్యలు కచ్చితమైన దీర్ఘవృత్తాలు కూడా కావని కెప్లర్ గ్రహించి ఉండేవాడు. టైకో సమాచారం కెప్లర్ ఊహాకి సరిగ్గా సరిపోయింది.

మొదటి నియమం గ్రహాల కక్ష్యలకి సంబంధించినది అయితే, రెండవ నియమం వాటి వేగం మారే తీరుకి సంబంధించినది.



ఈ నియమం సహాయంతో ఒక బిందువు వద్ద గ్రహ వేగం తెలిస్తే, ఇక కక్ష్య మీద ప్రతీ చోటా దాని వేగాన్ని కనుక్కోవడానికి వీలవుతుంది.

మొదటి రెండు నియమాలు గొప్పవే అయినా, మూడవ నియమం సాటి లేనిది. కక్ష్య వ్యాసార్థానికి, కక్ష్య అవృత్తి కాలానికి మధ్య సంబంధాన్ని ఈ నియమం చెపుతుంది.



కక్ష్య అవృత్తి కాలానికి (T), దాని వ్యాసార్థానికి (S) మధ్య సంబంధం ఒక గోళం ఆయతనానికి (Volume) దాని ఉపరితలానికి మధ్య సంబంధం లాంటిది.

గణితపరంగా అయితే,

T^2/S^3 = స్థిరాంకం.

ఉదాహరణకి మరో గ్రహం కన్నా 4 రెట్లు పెద్ద కక్ష్య గల గ్రహపు సంవత్సర కాలం 8 రెట్లు ఎక్కువై ఉంటుంది.

ఆ కాలంలో లభ్యమైన సమాచారానికి, కెప్లర్ నమూనాలకి మధ్య సరిగ్గా సరిపోయింది. టోలెమీ ఆరంభించిన శోధనకి కెప్లర్ పరిష్కారం కనుక్కున్నాడు. కాని కెప్లర్ సిద్ధాంతాలు ఒక యాత్రకి అంతాన్ని సూచిస్తూనే, మరో మహాయాత్రకి శ్రీకారం చుట్టాయి.

అన్ని గ్రహాలకి సమానంగా వర్తించటంలో కెప్లర్ నియమాల గొప్పదనం ఉంది (ఒక్క చంద్రుడికి తప్ప). వాటిలో ఏదో మౌలికమైన లక్షణం ఉంది. బహుశ, కెప్లర్ నియమాలని మరింత లోతుగా శోధిస్తే విశ్వచలనాల గురించి మరింత లోతైన అవగాహన ఏర్పడుతుందేమో?

సరిగ్గా అలాగే జరిగింది. కెప్లర్ నియమాలకి గెలీలియో దూరదర్శిని తోడు కాగా, న్యూటన్ సూత్రీకరించిన గణిత సమీకరణాలు వాటికి ఊపిరి పోయగా, ఓ కొత్త ఖగోళవిజ్ఞానం కళ్ళు తెరిచింది.

కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాలని ఆది నుంచి కూడా కెప్లర్ సమర్థిస్తూనే వచ్చాడు. కాని అతడు ప్రతిపాదించిన దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు సూర్యసిద్ధాంతానికి కొత్త జన్మనివ్వలేదు. కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాన్ని టైకో ఎలా మార్చేశాడో, అదే విధంగా కెప్లర్ నియమాలని కూడా మార్చడానికి సాధ్యమవుతుంది. సూర్యుడు, తన చుట్టూ తిరిగే గ్రహాలతో బాటు, భూమి చుట్టూ దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలో తిరుగుతున్నాడని అనుకుంటే కొంపలేం అంటుకుపోవు.

కాని అదృష్టవశాత్తు చందమామ కెప్లర్ నియమాలని అనుసరించదు. చందమామ ఇతర గ్రహాల లాగా సూర్యుడి చుట్టూ తిరగదని, కాబట్టి వాటి లాగా ప్రవర్తించదని కెప్లర్ వాదించాడు. కెప్లర్ వాదనలో బలం ఉంది.

కాని తదనంతరం గెలీలియో చేసిన ఎనలేని కృషి, న్యూటన్ నిర్మించిన గణితపరమైన భౌతిక సిద్ధాంతం – చివరికి ఈ రెండిటి సమిష్టి శక్తితోనే భూకేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని భూస్థాపితం చెయ్యడానికి వీలయ్యింది.

చివరికి కెప్లర్ బోధించిన దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యల ఖగోళశాస్త్రమే అసలైన ఖగోళశాస్త్రం అన్న విషయాన్ని అంతా సమ్మతించారు. గతంలో ప్రతిపాదించిన ఖగోళ సిద్ధాంతాలన్నిటికీ మిన్నగా కెప్లర్ సిద్ధాంతమే వెలిగింది.

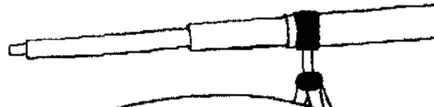
దూరదర్శినిని గెలీలియో కనిపెట్టాడు అని అందరూ అనుకుంటారు. కాని అది నిజం కాదు.



దూరంగా ఉన్న వస్తువులని దగ్గరగా చూపించే కొత్త పరికరం ఏదో ఉందన్న గాలివార్త వినగానే గెలీలియో ఇక ఆలస్యం చెయ్యలేదు.





దూరదర్శిని వల్ల రెండు విజయాలు సాధించారు. మొదటిది...



రెండవది, దూరదర్శినితో ఎన్నో సూక్ష్మమైన వివరాలని కనిపెట్టొచ్చు...



సూర్యసిద్ధాంతంతో కోపర్నికస్ పేరు ముడిపడినట్టే ఇదీను. ఎందుకంటే ఆ భావన అంతకుముందు వెయ్యేళ్లుగా ఉంది. కాని ఆ భావనని ఓ సంపూర్ణ సిద్ధాంతంగా తీర్చిదిద్దిన ఘనత కోపర్నికస్‌కే దక్కింది.

అలాగే గెలీలియో కూడా ఖగోళశాస్త్రంలో దూరదర్శిని వినియోగాన్ని ప్రవేశపెట్టాడు. జీవితాంతం ఆ పరికరానికి మెరుగులు దిద్దుతూ పోయాడు. దాంతో అంతవరకు ఏ మానవుడు చూడని అంతరిక్ష వింతలెన్నో చూశాడు. గెలీలియో ప్రవేశపెట్టిన దూరదర్శిని పరిశీలనాత్మక ఖగోళశాస్త్రంలో విప్లవాన్ని తీసుకువచ్చింది.

గెలీలియో గెలీలీ
(1564-1642)



ఇటలీలో జన్మించాడు. ఖగోళశాస్త్రంలో దూరదర్శినిని ప్రవేశపెట్టాడు. అంతవరకు కన్ను చూడని ఎన్నో అంతరిక్ష వస్తువులని కనిపెట్టాడు. ఎవరూ చూడని వింతలెన్నో చూశాడు. కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూర్యసిద్ధాంతానికి మళ్ళీ ప్రాణం పోశాడు. చర్చి బోధలకి వ్యతిరేకంగా గెలీలియో సిద్ధాంతం ఉంది. కాబట్టి గెలీలియోని చివరి రోజుల్లో ఇంట్లోనే నిర్బంధించారు.

గణణాత్మక ప్రయోగాలు చెయ్యడంలో కూడా గెలీలియో మొదటివాడయ్యాడు. క్రమబద్ధంగా చలనాలని అధ్యయనం చేశాడు.

ఆధునిక పరిశీలనాత్మక ఖగోళ విజ్ఞానానికి గెలీలియో పితామహుడుగా పిలవబడతాడు. ఆధునిక విజ్ఞానానికి మూలపురుషుడు అని కూడా అంటారు.

కెప్లర్ సూత్రాలు సైద్ధాంతిక ఖగోళ విజ్ఞానానికి ఎలాగో గెలీలియో దూరదర్శిని పరిశీలనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞానానికి అలాగ.

దూరదర్శినితో గెలీలియో చేసిన పరిశీలనలలో ముఖ్యమైనది అంతవరకు కంటికి కనిపించని అసంఖ్యాకమైన తారలను కనుక్కోవడం.



దూరదర్శినితో గ్రహాలని మరింత పెద్దగా చూడడానికి వీలయ్యింది. తారలు ఇంకా ప్రకాశవంతంగా కనిపించాయి గాని ఎప్పట్లాగే చుక్కల్లాగే కనిపించాయి.

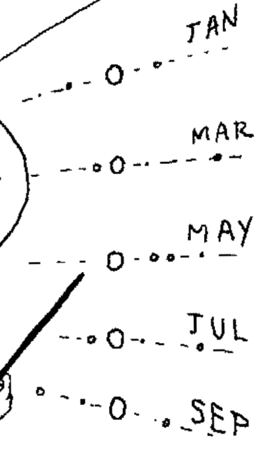


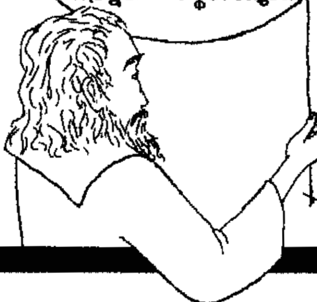
తన సమకాలీనుడు కెప్లర్‌లాగానే గెలీలియో కూడా కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాన్ని గాఢంగా నమ్మేవాడు.

అతడు చేసిన అత్యంత అద్భుతమైన ఆవిష్కరణల్లో ఒకటి జూపిటర్ చందమామలు. జూపిటర్‌కి సన్నిహితంగా కదులుతున్న మూడు తారల లాంటి వస్తువులని కొన్ని నెలల పాటు గమనించాడు.









నిజంగానే భూమికి ప్రత్యేకత ఏమీ లేదు. భూమికి ఒకే చందమామ ఉంది. జూపిటర్‌కి నాలుగు ఉన్నాయి. ఈ విధంగా కోపర్నికస్ సిద్ధాంతం మరింత బలపడింది.

గెలీలియో మరెన్నో ఆసక్తికరమైన విషయాలు గమనించాడు.

చందమామకి ఉన్నట్లే వీనస్‌కి కూడా పక్షాలు ఉన్నాయి.





సాటర్న్‌కి రెక్కలు ఉన్నాయి. ఒకసారి కనిపిస్తాయి, ఒకసారి కనిపించవు.





చందమామ నునుపైన గోళం కాదు. దాని ఉపరితలం నిండా గుట్టలు, గోతులు ఉన్నాయి.





అంతవరకు నిమ్మకు నీరెత్తినట్టు ఉన్న ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గెలీలియో ఆవిష్కరణల గురించి విని ఉలిక్కిపడి మేలుకున్నారు. ఓసారి ఆకాశం కేసి చూడాలని వాళ్లకీ అనిపించింది.



దూరదర్శిని పరపతి వేగంగా పెరిగింది. పరిశీలనాత్మక ఖగోళశాస్త్రంలో దాని ప్రాముఖ్యత విపరీతంగా పెరిగింది.

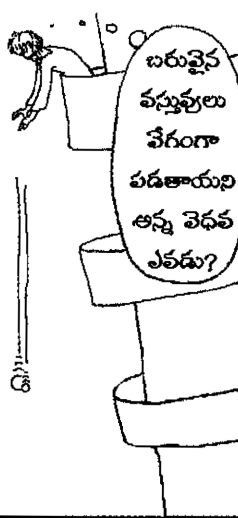
ఆ సాధనం గత శతాబ్దాలలో అమితంగా అభివృద్ధి చెందింది. గెలీలియో కాలం నాటి నుండి దాని ప్రాముఖ్యత తగ్గలేదు.



గ్రహచలనాలని కేవలం జ్యామితి పరంగా అర్థం చేసుకుంటే అది సూర్యసిద్ధాంతాన్ని నిరూపించడానికి సరిపోదు. కాబట్టి చలనం వెనక ఉన్న భౌతిక శాస్త్రాన్ని క్రమబద్ధంగా అధ్యయనం చెయ్యడం మొదలుపెట్టాడు గెలీలియో.



ఎన్నో ప్రయోగాలు చేసి...



... తన సొంత నిర్ణయాలకి వచ్చాడు.

సమవేగంతో చలనం వస్తువుల సహజ స్థితి. వస్తువులు సమవేగంతో కదలడానికి బాహ్య బలం అక్కర్లేదు.

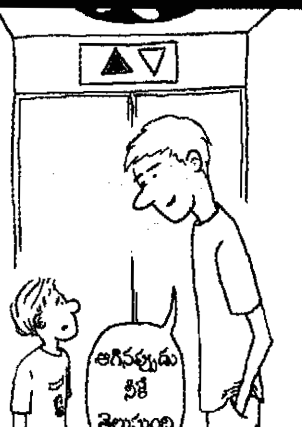
సమవేగంతో కదిలే స్థితిలో ఒక ప్రత్యేక స్థితే నిశ్చల స్థితి. వస్తువుని నిశ్చలంగా ఉంచే జడత్వమే, అది కదులుతున్నప్పుడు ఆగకుండా ఉంచుతుంది.

అతడి భావాలు చాలా సంచలనాత్మకంగా తోచాయి.

చలనాన్ని మార్చడానికి - అంటే ఆగిన వస్తువుని కదల్చడానికి, సమ వేగంతో కదిలే వస్తువుని ఆపడానికి - బాహ్య బలం కావాలి.

సమ వేగంతో కదులుతున్నప్పుడు, ప్రచండ వేగంతో కదిలినా కూడా, ఏమీ తెలీదు. కాని వేగంలో మార్పు వచ్చిందంటే మాత్రం వెంటనే తెలిసిపోతుంది.

లిఫ్ట్ వాడుతున్నప్పుడు ఈ విషయం అనుభవం అవుతుంది.



గెలీలియో ప్రతిపాదించిన చలన నియమాలు కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాన్ని నిర్ధారించడానికి ఎంతో ఉపయోగపడ్డాయి.

గెలీలియో చెప్పేది బాగానే ఉందే.

గెలీలియో చెప్పేది నిజం అయితే, కోపర్నికస్ చెప్పేది కూడా నిజమేనన్న మాట.

పరిశీలన, తర్కం అనే రెండు పునాదుల మీద గెలీలియో తన విశ్వ భావనని నిలిపాడు. అతడి సిద్ధాంతాలు సంచలనాత్మకంగా ఉండేవి. ముఖ్యంగా మతబోధనలకి విరుద్ధంగా ఉండేవి. ఈ సంగతి చర్చికి బొత్తిగా నచ్చలేదు.

గెలీలియోని జైల్లో పెట్టారు. అతడి రచనలని బహిష్కరించారు. తన చివరి రోజుల్లో గృహనిర్బంధంలో బతికాడు.

గెలీలియోని, అతడి విజ్ఞానాన్ని ఒప్పుకోడానికి చర్చికి 400 ఏళ్లు పట్టింది. 1992లో పోప్ జాన్ పాల్ - II, గెలీలియోతో చర్చి వ్యవహరించిన తీరుకు చర్చి ప్రతినిధిగా క్షమాపణ చెప్పుకున్నాడు. భూమి నిశ్చలంగా లేదని బహిరంగంగా ఒప్పుకున్నాడు.

చలనం గురించి గెలీలియో చెప్పింది పునాదిగా భౌతిక శాస్త్రం వర్ధిల్లింది.

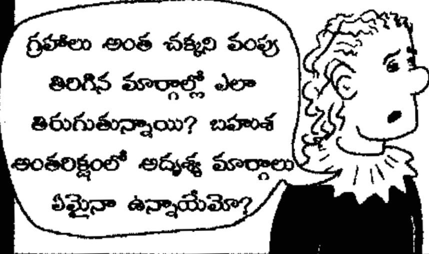
ప్రయోగింపబడ్డ బలానికి అనులోమానుపాతంగా త్వరణం మారుతుంది.

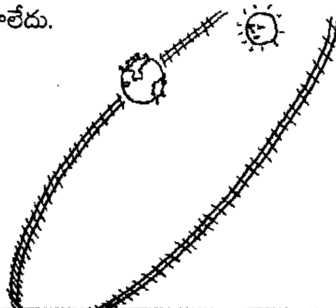




గురుత్వానికి త్వరణానికి అవినాభావ సంబంధం ఉంది.

ఖగోళశాస్త్రాన్ని అంతరిక్ష వస్తువుల భౌతిక శాస్త్రంగా అర్థం చేసుకోవాలని కెప్లర్ ఇతర ఖగోళశాస్త్రవేత్తలని ఒప్పించడానికి ప్రయత్నించాడు. చలనం గురించి కొంత మౌలికమైన అవగాహనని సాధించాడు గెలీలియో. కాని గ్రహ కక్ష్యల విషయంలో మాత్రం ఎవరికీ ఏమీ అర్థం కాలేదు.

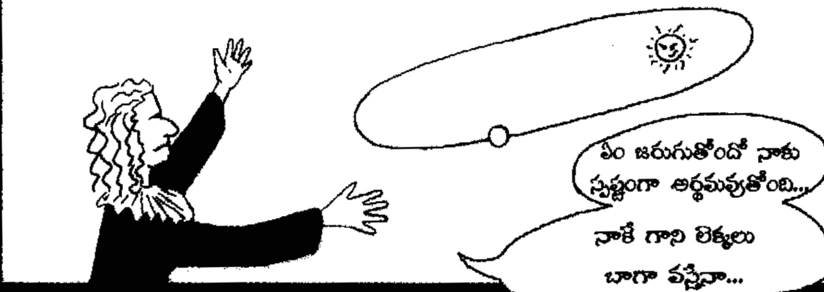




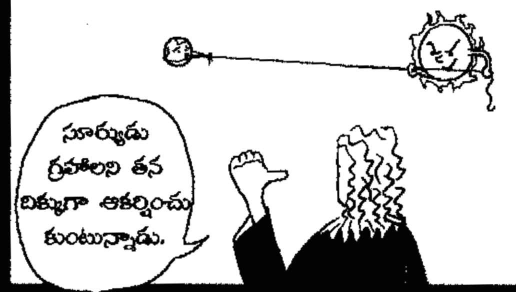
కెప్లర్ నమూనాలకి, న్యూటన్ రూపొందించిన గణిత యాంత్రిక శాస్త్రానికి మధ్య వారధిలా నిలిచినవాడు రాబర్ట్ హుక్.



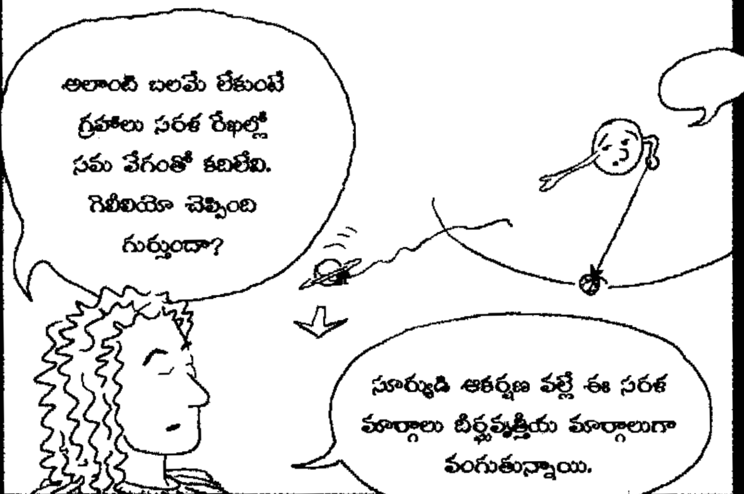
హుక్ గొప్ప సహజ మేధస్సు గలవాడు. కాని తన భావాలని శాస్త్ర సిద్ధాంతంగా రూపొందించడానికి కావలసిన గణిత సామాగ్రి అతడికి తెలీదు.



అసలు గురుత్వాకర్షణ అనేది ఉండొచ్చని మొట్టమొదట గుర్తించినవాడు హుక్...



ఖగోళ విజ్ఞానంలో గురుత్వం పాత్ర బాగా గ్రహించాడు.





గెలీలియో, హుక్‌ల భావనలు అమూల్యమైనవే.
అలాగే కెప్లర్ నియమాలు అమోఘమైనవే.
కాని వాటిని మాటలతో వర్ణిస్తే సరిపోదు.
అది సంపూర్ణ అవగాహన అనిపించుకోదు.
కెప్లర్ నియమాలని గణిత సూత్రాలతో
వర్ణించగల ఓ కొత్త సిద్ధాంతం కావాలి.

అలాంటి సిద్ధాంతాన్ని సాధించిన ఘనత ఐసాక్ న్యూటన్‌కే దక్కింది. అలాంటి సిద్ధాంతాన్ని అద్భుత సూక్ష్మంగా వర్ణించడమే కాదు. అందుకు కావలసిన గణితాన్ని కూడా అతడు కొత్తగా రూపొందించాడు.

సూర్యుడి నుండి దూరం అవుతున్న కొద్దీ గురుత్వాకర్షణ తక్కువ అవుతుందని హుక్ ఊహించాడు. కాని ఆ దూరానికి, ఆ ఆకర్షణ బలానికి మధ్య గణితపరంగా సంబంధం ఏమిటో అతడు తెలుసుకోలేకపోయాడు. అప్పటికి ఇంకా అదో రహస్యంగా మిగిలిపోయింది.

చివరికి గురుత్వం విలోమ నియమాన్ని అనుసరిస్తోందని తెలిసింది.
దూరం యొక్క వర్గానికి విలోమంగా గురుత్వ బలం మారుతుందని ఈ నియమం చెపుతుంది.



వర్గ విలోమ సిద్ధాంతాన్ని ఊహించడం అంత కష్టం కాదు. నిజానికి దాని ఎంపిక చాలా సహజంగా జరుగుతుంది.



ఇప్పుడిక మిగిలిన అసలు ప్రశ్న ఒకటే: వర్గ విలోమ నియమం వల్ల దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు ఏర్పడతాయా?



వర్గ విలోమ నియమం వల్ల దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు ఏర్పడతాయని హుక్ భావించాడు. కాని దానికి నిరూపణ ఇవ్వడానికి ఒప్పుకునేవాడు కాదు.



చివరికి న్యూటన్ వద్దకి వెళ్లాడు హుక్. అప్పటికే గొప్ప గణితవేత్తగా న్యూటన్‌కి మంచి పలుకుబడి ఉంది. కాని ఇద్దరి మధ్యన భావసంఘర్షణ చెలరేగింది.

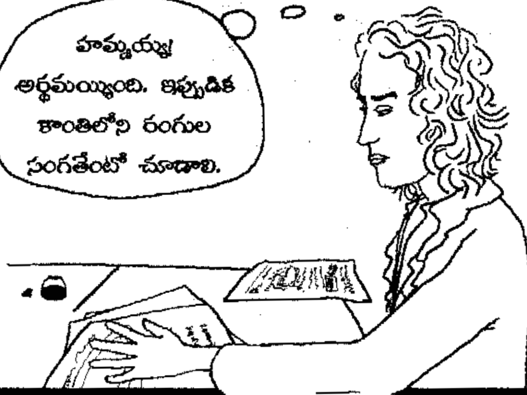




న్యూటన్ చిన్న బుచ్చుకున్నాడు. పూర్తిగా ఏకాంతంలోకి వెళ్లిపోయి సమస్యని మరింత లోతుగా అధ్యయనం చెయ్యడం మొదలెట్టాడు.



హుక్‌ని కలుసుకున్న తరువాత న్యూటన్ తన గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. కాని ఫలితాలు వెల్లడి చెయ్యక తన వద్దనే దాచుకున్నాడు.



అదృష్టవశాత్తు రాయల్ సొసైటీలో సభ్యుడైన ఎడ్మండ్ హాలీకి ఖగోళ భౌతిక శాస్త్రం మీదకి మనసు మళ్ళింది.

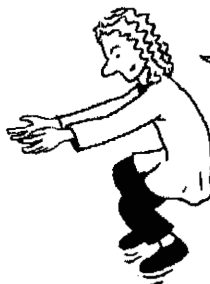
హుక్‌ని ఆశ్రయించిన హాలీకి నిరాశే ఎదురయ్యింది. హుక్ తన భావాలకి గణితపరమైన మద్దతునివ్వలేకపోయాడు. దాంతో న్యూటన్‌ని కలుసుకున్నాడు హాలీ.





ఆ సమావేశం చాలా ముఖ్యమైనది. కొంత కాలం తరువాత న్యూటన్ తన గణిత సిద్ధాంతాన్ని వర్ణిస్తూ హాలీకి ఒక వ్యాసం పంపించాడు.





హాలీ సంతోషం పట్టలేకపోయాడు.

న్యూటన్ పంపిన చిన్న వ్యాసంలో హాలీ ఊహించనంత విలువైన ఫలితాలు ఉన్నాయి. గురుత్వ వర్గ విలోమ నియమం నిజమని అనుకుంటూ న్యూటన్ మూడు విషయాలు నిరూపించాడు : 1) గ్రహాల కక్ష్యలు దీర్ఘవృత్తాకారంలో ఉంటాయి, 2) గ్రహాల వేగాలు కెప్లర్ రెండవ నియమాన్ని అనుసరిస్తాయి, 3) గ్రహాల సంవత్సర కాలాలు కెప్లర్ మూడవ నియమాన్ని పాటిస్తాయి.

ఐసాక్ న్యూటన్
(1642–1727)



ఇంగ్లాండ్‌లో జన్మించాడు. కాల్కులస్ కనిపెట్టాడు. విజ్ఞానలోకానికి అతడిచ్చిన అతిగొప్ప బహుమతి అదేనేమో. (కాల్కులస్ కనిపెట్టిన ఘనతలో తనకీ వంతు ఉందంటాడు లైబ్నిజ్. ఆ తగాదా ఎప్పటికీ తీరలేదు.)

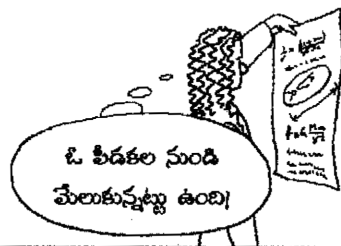
గతి సిద్ధాంతానికి బలమైన పునాది వేసి, భౌతిక శాస్త్రానికి ఓ తీరైన రూపాన్ని ఇచ్చాడు. కాల్కులస్, గతి సిద్ధాంతాలతో మొట్టమొదటి ఖగోళ భౌతిక సిద్ధాంతాన్ని అందించాడు.

తరువాత కాంతి తత్వాన్ని కూడా అధ్యయనం చేశాడు.

పరావర్తన దూరదర్శినిని కూడా కనిపెట్టాడు. దీన్నే న్యూటోనియన్ దూరదర్శిని అని కూడా అంటారు.

రెండు వేల ఏళ్లపాటు ఉన్న అజ్ఞానాన్ని న్యూటన్ సిద్ధాంతం పటాపంచలు చేసింది. విశ్వగతులు మరింత స్పష్టం కాసాగాయి.

ఆ విధంగా ఖగోళ వస్తువుల చలనాలని చాలా సరళమైన సూత్రాలు శాసిస్తున్నాయని తెలిసింది.



న్యూటన్ సిద్ధాంతంలోని గొప్పదనం గమనించిన హాలీ వెంటనే దాన్ని ప్రచురించమని ప్రోత్సహించాడు.

న్యూటన్ పనిలో పరిపూర్ణత కోరుకునే మనిషి. పరిశోధన పూర్తయ్యే దాకా ఎంతకాలం అయినా ఆగుతాడు గాని, అసంపూర్తిగా ఉన్న పరిశోధనని ప్రచురించడానికి ఇష్టపడడు.



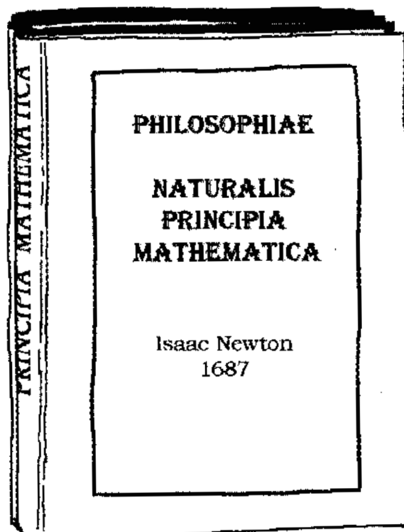
ఎంతో నచ్చచెప్పాకనే తన సిద్ధాంతాన్ని ప్రచురించడానికి ఒప్పుకున్నాడు.



ఓ మూడేళ్లు ఆ పని మీదే అహోరాత్రాలు శ్రమించాడు. చివరికి ఓ వైజ్ఞానిక కళాఖండం తయారయ్యింది. ఆ తరువాత మరో రెండు వందల ఏళ్ల పాటు ఆ పుస్తకమే విజ్ఞానశాస్త్రం పాలిటి వేదం అయ్యింది.

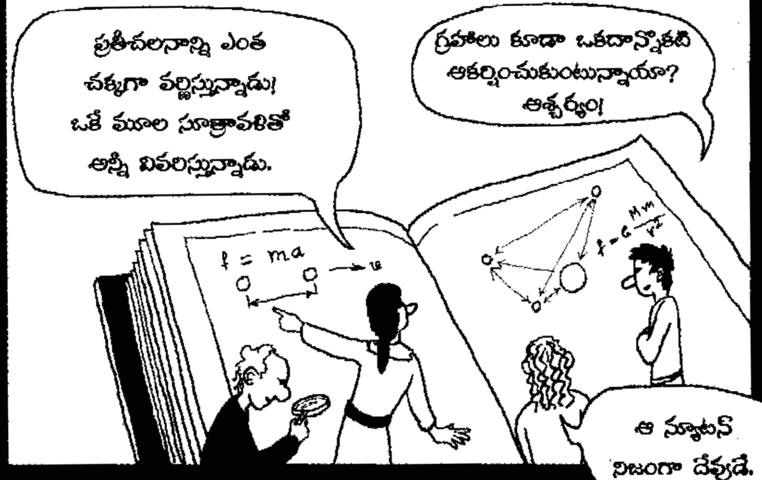


ఆ మూడేళ్లలోను న్యూటన్ తను మొదట రాసిన తొమ్మిది పేజీల వ్యాసాన్ని ఓ పెద్ద పుస్తకంగా విస్తరింపచేశాడు. దాని పేరే 'ఫిలొసోఫియే నాచురాలిస్ ప్రిన్సిపియా మాథమాటికా' (ప్రకృతితత్వ గణిత సూత్రాలు).



దీన్ని కొంచెం సంక్షిప్తంగా ప్రిన్సిపియా మాథమాటికా అని (లేక వట్టి ప్రిన్సిపియా అని) కూడా అంటుంటారు. ఇది మూడు గ్రంథాలమాల.

కొద్ది రోజులకే శాస్త్రలోకానికి ప్రిన్సిపియా శిరోధార్యం అయ్యింది. అందరి నోటా న్యూటన్ పేరే నానింది.



ప్రిన్సిపియా మూడు విజయాలు సాధించింది :

1) వస్తువుల చలనాలకి సంబంధించిన మూల సూత్రాలని నిర్వచించింది.
2) విశ్వంలో ప్రతీ వస్తువు ఇతర అన్ని వస్తువులని ఎలా ఆకర్షిస్తుందో వర్ణించింది.
3) పై రెండిటినీ కలిపి గ్రహ చలనాలని వివరించింది.

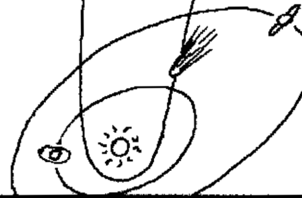
మొదటి రెండు ఫలితాలు అద్భుతమైనవే కాని మూడవ దాంతో పోలిస్తే కాస్త సులభమైనవి. కాని మూడవ ఫలితం చాలా సంక్లిష్టమైన గణిత విజయం. అది ఒక్క న్యూటన్‌కే సాధ్యమయ్యింది.

మొదటి నుంచి న్యూటన్ పరిశోధనల మీద హాలీ శ్రద్ధ చూపిస్తూ వచ్చాడు. ప్రిన్సిపియా ప్రచురణ కోసం హాలీ తన సొంత డబ్బు ఖర్చుపెట్టాడు.





న్యూటన్ సిద్ధాంతాన్ని ప్రచారం చెయ్యడంలో హాలీ కీలక పాత్ర వహించాడు.

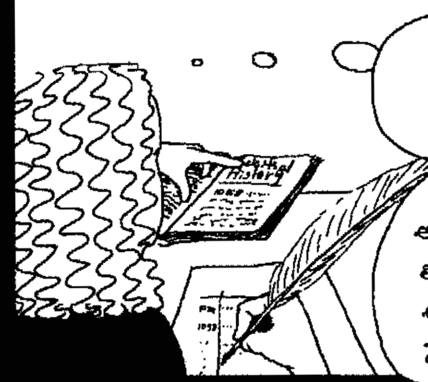




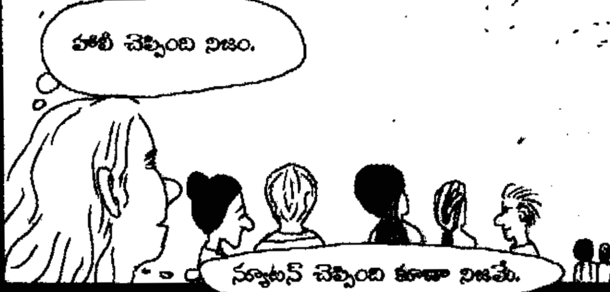
న్యూటన్ మాట మీద అపారమైన గురి ఉన్న హాలీ ఆ విషయాన్ని పరీక్షించాలి అనుకున్నాడు.



చారిత్రక పరిశీలనలని వివరంగా అధ్యయనం చేశాడు.



హాలీ ఆశించినట్టుగానే ఆ తోకచుక్క 1758లో మళ్లీ కనిపించింది. అది నిజంగానే ఓ చారిత్రక సంఘటన. కాని దానికి రెండు దశాబ్దాల క్రితమే హాలీ చనిపోయాడు.

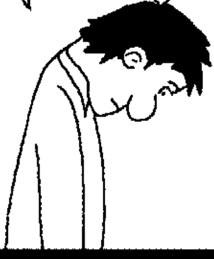


హాలీ తోకచుక్క సూర్యుడి చుట్టూ 76 ఏళ్లకి ఒకసారి ప్రదక్షిణ చేస్తుంది... సరిగ్గా హాలీ ఊహించినట్టే.

ఇప్పటికీ హాలీ తోకచుక్క [illegible]

ఈసారి అది వచ్చినప్పుడు తప్పకుండా చూడండి.
మళ్లీ [illegible] 2061లో వస్తుంది.

ప్రిన్సిపియాలో వర్ణించిన చలన నియమాలు కేవలం ఖగోళ వస్తువులకే కాదు, అన్నిటికీ వర్తిస్తాయి.



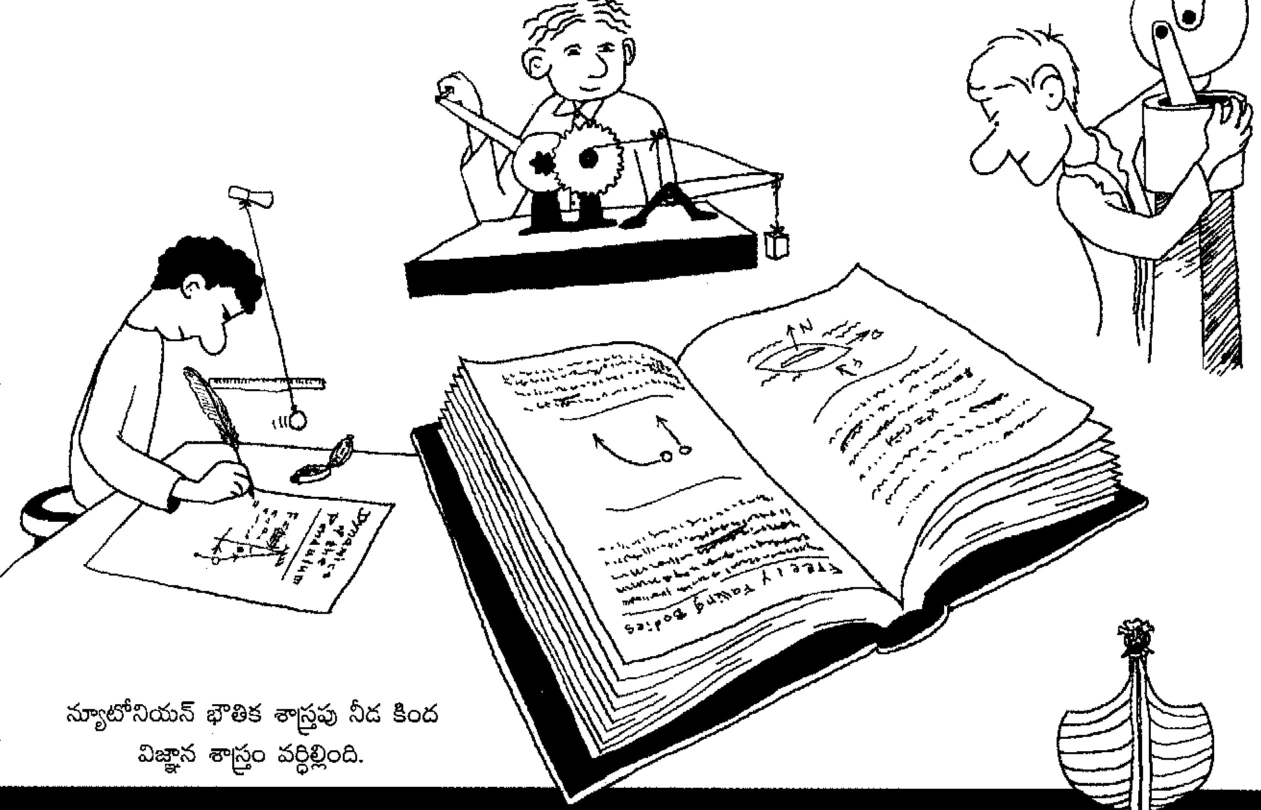


కొందరు శాస్త్రవేత్తలు న్యూటన్ చలన నియమాలని బాహ్య ప్రపంచంలో కనిపించిన ప్రతీ సంఘటనకీ వర్తింపచేయడం మొదలుపెట్టారు.



ప్రతీ సందర్భంలోను చలన నియమాలు నిజం కావడం వాళ్లకి మాహదానందం కలిగించింది.

దాంతో విజ్ఞాన వాహిని కట్టలు తెంచుకుంది.



న్యూటోనియన్ భౌతిక శాస్త్రపు నీడ కింద విజ్ఞాన శాస్త్రం వర్ధిల్లింది.

న్యూటోనియన్ భౌతిక శాస్త్రం కేవలం భౌతిక శాస్త్ర విభాగాలనే కాక, సాంకేతిక శాస్త్రాలని కూడా రెండు వందల ఏళ్లపాటు పాలించింది.
ప్రకృతి రహస్యాలని న్యూటన్ బట్టబయలు చేశాడు.
వైజ్ఞానిక శోధన అంటే మనుషులకి నమ్మకం పెరగసాగింది.
విజ్ఞానం, సాంకేతికం అప్పట్నుంచి జీవన వృద్ధికి కారణమైన మహాయంత్రాలు అయ్యాయి.

చాలా మందికి సౌరమండలంలో ఓ ప్రత్యేకమైన లోపం కనిపించింది. నాలుగు అంతర గ్రహాలకి (Inner Planets), రెండు బాహిర గ్రహాలకి (Outer Planets) మధ్య ఓ గ్రహం లోపిస్తున్నట్టు అనిపించింది.

జూపిటర్ కక్ష్యలోపలే మన దూరదర్శినులకి అందని ఓ చిన్న గ్రహం ఉందేమో.

సృష్టికర్త తెలివైనవాడు. బాహిర గ్రహాలు పెద్దవి కాబట్టి వాటి దగ్గరిలో ఉన్న చిన్న గ్రహాల కక్ష్యల మీద అవి బలమైన ప్రభావాన్ని చూపగలవు.

గ్రహాల కక్ష్యల వ్యాసాలు ఒక ప్రత్యేక వరసక్రమాన్ని అనుసరిస్తున్నట్టు అనిపించింది.

భూమి కక్ష్య వ్యాసంలో పదో వంతుని కొలమానంగా తీసుకుంటే తక్కిన గ్రహాల కక్ష్యల వ్యాసాలు పూర్ణాంకాలు అవుతాయి. అవి వరసగా ఇలా ఉంటాయి : 4, 7, 10, 16, 52, 100.

ఈ సంఖ్యల నుండి 4 తగ్గించి, మూడు చేత భాగిస్తే వరసగా ఈ సంఖ్యలు వస్తాయి : 0, 1, 2, 4, 16, 32.



అంత చక్కని శ్రేణి ఉండడం కాకతాళీయంగా జరగదు. గ్రహాల కక్ష్యలు ఏదో ప్రత్యేక ధర్మాన్ని అనుసరిస్తున్నాయి అనడానికి ఈ శ్రేణి ఒక సంకేతం. అయితే ఈ శ్రేణిలో 8కి సంబంధించిన గ్రహం లోపిస్తోంది.

అంటె లోపిస్తే ఏంటి? గ్రహం కనిపించలేదంతే.

దాన్ని ముందు ఎవరు కనుక్కుంటారు అన్నదే ప్రశ్న.

1781లో విలియమ్ హెర్షెల్ అనే ఖగోళశాస్త్రవేత్త ఓ కొత్త గ్రహాన్ని కనుక్కున్నాడు. దాని పేరు యురానస్. అయితే దాని కక్ష్య జూపిటర్ కక్ష్య లోపల లేదు. సాటర్న్ కక్ష్యకి బయట చాలా దూరంలో ఉంది.

ఏం లాభం? మనం వెతుకుతున్నది అది కాదు కదా?

కాని చూడు, అది కూడా వరసక్రమంలోనే ఉంది. సాటర్న్ తరువాత వచ్చింది కాబట్టి ఇది 64కి సరిపోతోంది.

ఈ కొత్త గ్రహపు కక్ష్య కూడా అంకెల శ్రేణితో సరిపోవడం ఆశ్చర్యకరంగా అనిపించింది. దాంతో 8 సంఖ్యకి సరిపోయే గ్రహం కోసం గాలింపు మరింత తీవ్రం అయ్యింది.

1801లో గిసెప్ పియాత్సీ అనే ఇటాలియన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త లోపించిన గ్రహం ఉండాల్సిన చోట ఓ చిన్న వస్తువుని గమనించాడు. ఆ తరువాత ఐదేళ్లలో ఇంకా మూడు చిన్న వస్తువులని అదే ప్రాంతంలో కనిపెట్టారు.

ఈ చిన్న వస్తువులన్నీ ఏదో విశ్వదుర్ఘటనలో బద్దలైన గ్రహ శకలాలేమో.

అయితే ఇలాంటివి ఇంకా చాలా ఉండి ఉండాలి. వీటిని గ్రహశకలాలు అని పిలుద్దాం.

1891కల్లా 300కి పైగా గ్రహశకలాలని కనిపెట్టారు. అన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ లోపించిన గ్రహం ఉండాల్సిన చోటే తిరుగుతున్నాయి. శ్రేణిలో 8 సంఖ్యతో వీటి కక్ష్య సరిపోతోంది.

ఈ గ్రహశకలాలు ఎలా వచ్చాయో ఇప్పటికీ ఎవరికీ తెలీదు. జూపిటర్ బలమైన గురుత్వాకర్షణ వల్ల ఈ శకలాలన్నీ కలిసి గ్రహం ఏర్పడకుండా నివారించబడ్డాయి.

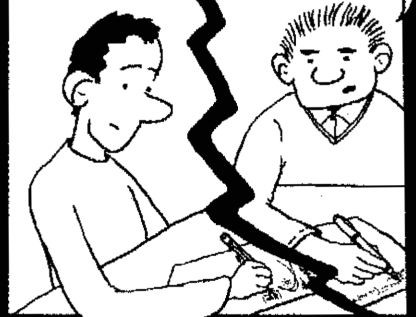
యురానస్ కదలిక చాలా విడ్డూరంగా ఉంది.



మరి సౌరమండలం చివర్లో న్యూటన్ సిద్ధాంతం పని చెయ్యదని అనుకోవాలా లేక...



1840లో జేమ్స్, జోన్స్ అని ఇద్దరు గణితవేత్తలు వేరువేరుగా పన్లోకి దిగారు.

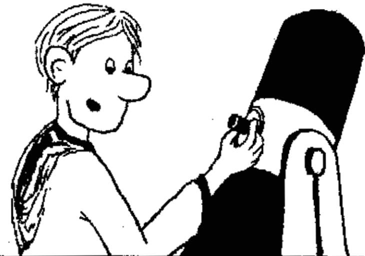


న్యూటన్ సిద్ధాంతం నిజమని ఒప్పుకుంటూ, ఈ గణితవేత్తలు లెక్కలు వేసి ఓ నిర్ణయానికి వచ్చారు.





1846లో ఓ కొత్త గ్రహాన్ని కనుక్కున్నారు. సరిగ్గా జేమ్స్, జోన్స్‌లు నిర్ణయించిన దూరంలోనే కనిపించింది.



ఈ కొత్త గ్రహానికి నెప్ట్యూన్ అని పేరు పెట్టారు. న్యూటోనియన్ విజ్ఞానానికి ఇదొక గొప్ప విజయం అయ్యింది.



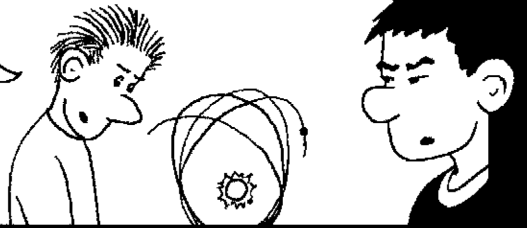
నెప్ట్యూన్ స్థాన నిర్ణయం, ఆవిష్కరణ సంచలనాత్మకంగా ఉన్నా, యురానస్ మార్గంలో ఇంకా కొంచెం దోషం అర్థం కావడం లేదు. ఈ మిగిలిన దోషానికి కారణం మరో అజ్ఞాత గ్రహం కావచ్చనుకున్నారు. సౌరమండలంలో 9వ గ్రహ స్థానాన్ని నిర్ణయించడానికి ప్రయత్నించారు ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు. 1930లో ఓ చిన్న వస్తువు (మన చందమామలో ఐదోవంతు ఉన్న వస్తువు) లెక్కలు సూచించిన దూరంలోనే ఉండడం కనిపించింది. దాని పేరు ప్లూటో.

యురానస్ బాటని మళ్లించడానికి ప్లూటో మరీ చిన్నదని ఇప్పుడు మనకి తెలుసు. ఆ దోషానికి కారణం నెప్ట్యూన్ ద్రవ్యరాశి విషయంలో మన అంచనాల దోషమే. అయినా ఆ తప్పుడు లెక్క నిర్ణయించిన చోటే ప్లూటో కనిపించింది. 2006లో ప్లూటోని గ్రహాల లెక్కలోంచి తీసేశారు. నెప్ట్యూన్‌కి అవతల సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్న ఎన్నో లఘు గ్రహాలలో ఒకటిగా దాన్ని జమకట్టారు.

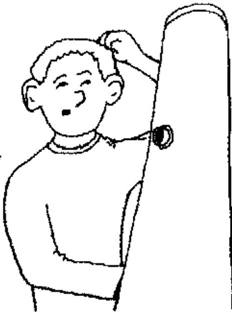
న్యూటన్ నిర్మించిన భౌతిక శాస్త్రం 200 ఏళ్ల పాటు సుస్థిరంగా నిలిచింది.



నెప్ట్యూన్ ఆవిష్కరణ తరువాత మరో విడ్డూరం మీదకి ఖగోళశాస్త్రవేత్తల ధ్యాస మళ్లింది. అదే మెర్క్యురీ కక్ష్య.



సూర్యుడికి దగ్గరగా తిరిగే మరో గ్రహం ఏదో ఉండొచ్చని, సూర్యుడి కాంతి తీవ్రత వల్ల అది కనిపించడం లేదని కొందరు అభిప్రాయపడ్డారు. ఆ అజ్ఞాత ఊహా గ్రహానికి వల్కన్ అని ఓ పేరు కూడా పెట్టారు.



వల్కన్ కనిపించినట్టు పుకార్లు ఎన్నో పుట్టాయి. కాని అవేవీ నిర్ధారించబడలేదు.

1915లో ప్రఖ్యాత జర్మన్ భౌతికశాస్త్రవేత్త ఆల్బర్ట్ ఐనిస్టయిన్ ఓ కొత్త గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. దాని పేరు సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం. గురుత్వతత్వాన్ని ఇది పూర్తిగా కొత్త కోణం నుండి చూస్తుంది. ఈ ఐనిస్టయిన్ సిద్ధాంతం ప్రకారం న్యూటన్ గురుత్వ సిద్ధాంతం కేవలం ఓ ఉజ్జాయింపు మాత్రమే.







ఐనిస్టయిన్ సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం పుణ్యమా అని మరో కొత్త గ్రహం కోసం వెదకాల్సిన పని లేకుండా పోయింది. వల్కన్ ఓ శాశ్వత అజ్ఞాత గ్రహంగా మిగిలిపోయింది.





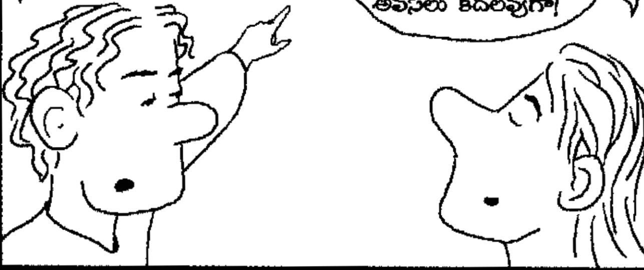
న్యూటన్ సిద్ధాంతం కేవలం ఉజ్జాయింపేనన్నది చాలా మందికి మింగుడు పడలేదు. కాని ఆ దిశలో బలమైన సాక్ష్యాధారాలు పుడుతున్నాయి. పైగా ఐనిస్టయిన్ సిద్ధాంతం ఓ మహత్తరమైన, విప్లవాత్మకమైన భావన. ఐనిస్టయిన ప్రకారం కాలం (time), ఆయతనం (space) అనేవి కాలాయతనం (space-time) అనే అధిష్ఠతత్వంగా కలిసి ఉన్నాయి. గురుత్వం అనేది అసలు ఒక బలమే కాదన్నాడు. కాలాయతనంలో వచ్చిన వంపు వల్ల అందులో కదిలే వస్తువుల బాటలు వంగుతాయన్నాడు. వస్తువుల గతిరేఖలని వంచే గురుత్వమే కాంతి మార్గాన్ని కూడా వంచుతుందని ఐనిస్టయిన్ సిద్ధాంతం చెప్తుంది. ఈ ప్రభావాన్ని గురుత్వ కటకీకరణ (gravitational lensing) అంటారు.

దానిని జాగ్రత్తగా కొలిచారు. ఆ కొలతలతో ఐనిస్టయిన్ సిద్ధాంతం కచ్చితంగా సరిపోతోంది. ఖగోళ చలనాలని అర్థం చేసుకోవడానికి సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం న్యూటన్ సిద్ధాంతం కన్నా మెరుగైన సిద్ధాంతంగా త్వరలోనే ఆమోదింపొందింది. ఐనిస్టయిన్ ప్రతిపాదించిన గురుత్వ సిద్ధాంతం ఇంచుమించు ఓ శతాబ్దం పాటు స్థిరంగా నిలిచింది. ఖగోళ చలనాల విషయంలో ఇప్పటికీ అదే అత్యంత శ్రేష్ఠమైన సిద్ధాంతం.

గ్రహ చలనాల గురించి కొన్ని మౌలిక సూత్రాలని కెప్లర్ కనుక్కున్నాడు. న్యూటన్ నిర్మించిన అద్భుత గణిత నిర్మాణాలు వాటికి భౌతిక పునాదాలు ఏర్పరచాయి.

గ్రహాల వరకు బానే ఉంది. మరి తారల మాటేమిటి?

ఓహో...! తారల చలనాలని వర్ణించడం ఎంతసేపు? అదెవడైనా చెయ్యగలడు. ఎందుకంటే అవసలు కదలవుగా!



ఖగోళ శాస్త్రపు తొలి దశల నుండి రెండు భావనలు పెద్దగా మారలేదు...

ఈ తారలు చక్కని, చిట్టి చుక్కలు కదూ?

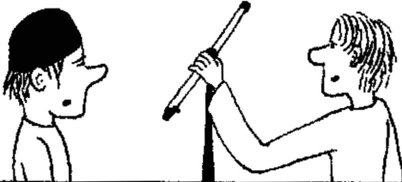
అవును. అవన్నీ ఓ పెద్ద గోళంలో పొదిగి ఉన్నాయి.



స్థిరమైన తారల విన్యాసం అనే స్థిర నేపథ్యం మీద గ్రహ చలనాలను అధ్యయనం చేశారు. కాని తారల మీదకి మాత్రం మనిషి మనసు మళ్లలేదు.

ఈ తారలు ముద్దుగా ఉంటాయి గాని, వట్టి మొద్దులు.

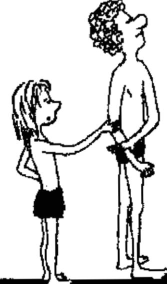
కాని చాలా పనికొస్తాయి.



మరి ఈ తారలు భూమి నుండి ఎంత దూరంలో ఉన్నాయి? అత్యంత సహజమైన ఈ ప్రశ్నకి సమాధానం ఎవరి వద్దా లేదు.

ఈ తారలు ఎంత దూరంలో ఉన్నాయయ్యా? నాకోటి తెంపి ఇయ్యవూ?

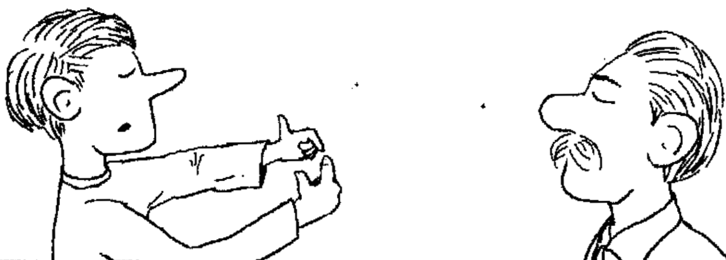
నాకు మాత్రం ఏటి తెలుసు? ఓ రాయి ఇచ్చుకో. ఇసిరి సూత్తాను.



భూమి నుండి తారల దూరాలని తెలిపే పరిశీలనాత్మక ఆధారాలు కూడా ఏమీ లేవు. ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలకి ఎవరి అభిప్రాయాలు వారికి ఉండేవి. ఎవరేం చెప్పినా చెల్లేది.

ఈ నక్షత్ర మండలం గ్రహాలన్నిటికీ దూరంగా ఇలా ఉంది. లేకపోతే గ్రహాలు తారలని ఢీకొనవూ?

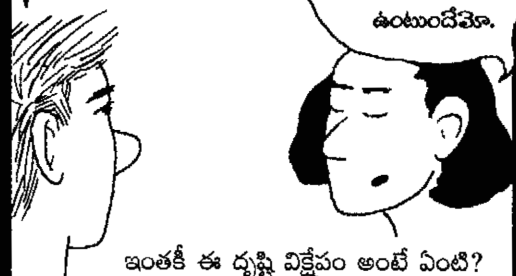
నిజమే. కాని అందుకే అన్నిటికన్నా దూరంలో ఉన్న సాటర్న్‌కి అవతల తారలు ఉన్నాయంటాను.



ఇదిలా ఉండగా కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూర్యసిద్ధాంతం నుండి ఓ బలమైన సూచన దొరికింది.

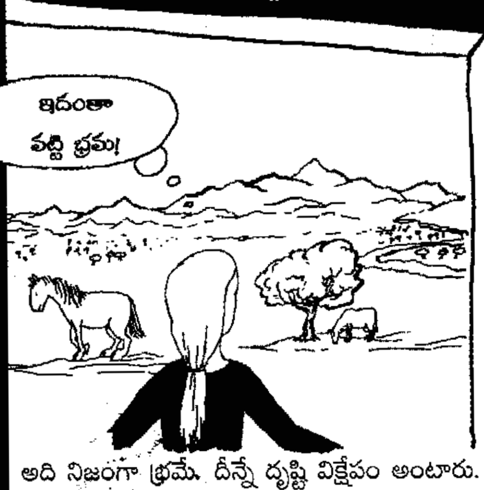
సూర్యుడి చుట్టూ ప్రదక్షిణ చేస్తున్న భూమి మరి అంతంత దూరాలు కదులుతుంది కదా, దాని నుండి తారలని చూస్తున్నప్పుడు దృష్టివిక్షేపం జరగదేం?

నేను అదే ఆలోచించా. బహుశా తారల దూరాల ముందు భూమి కక్ష్య అత్యంత అల్పంగా ఉంటుందేమో.



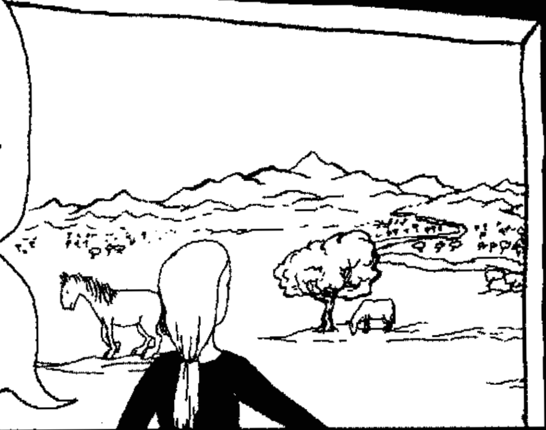
ఇంతకీ ఈ దృష్టి విక్షేపం అంటే ఏంటి?

కిటికీలోంచి బయట దృశ్యాన్ని చూస్తూ మన తల కదిలించినప్పుడు బయట దృశ్యం కూడా వ్యతిరేక దిశలో కదిలినట్టు కనిపిస్తుంది.



అది నిజంగా భ్రమే. దీన్నే దృష్టి విక్షేపం అంటారు.

దృష్టి విక్షేపం వస్తువుల దూరాల మీద ఆధారపడుతుంది. మనం స్థానం మారుతుంటే మనం చూస్తున్న వస్తువుల సాపేక్ష స్థానాలు మారుతున్నట్టు ఉంటాయి. ఆ మార్పు మన నుండి వస్తువుల దూరం మీద ఆధారపడుతుంది.



మన కళ్లు కూడా రెండు వేరు వేరు దృశ్యాలని చూస్తుంటాయి. ఒక్కొక్క కన్ను ప్రపంచాన్ని ఒక ప్రత్యేక కోణం నుండి చూస్తుంది.

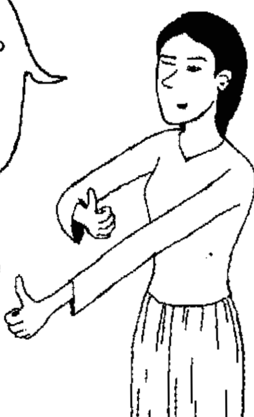


ఆశ్చర్యం ఏంటంటే కన్ను మార్చి కంటితో చూసినప్పుడు దృశ్యం ఎలా మారుతుందో, తల తిప్పి చూసినప్పుడు కూడా దృశ్యం అలాగే మారుతోంది.

ఈ దృష్టి విక్షేపణానికి ఎన్నో ఉపయోగాలు ఉన్నాయి. వస్తువుల మధ్య సాపేక్ష దూరాలలో వచ్చే మార్పు బట్టి వాటి దూరాలు తెలుసుకోవచ్చు.




నీ రెండు బొటని వేళ్లని నీ ముఖం ముందు ఒకటి దగ్గరగా, మరొకటి దూరంగా పట్టుకో. ఇప్పుడు నీ రెండు కళ్లని మార్చి మార్చి ఒకటి తెరిచి, మరొకటి మూస్తూ చూడు.

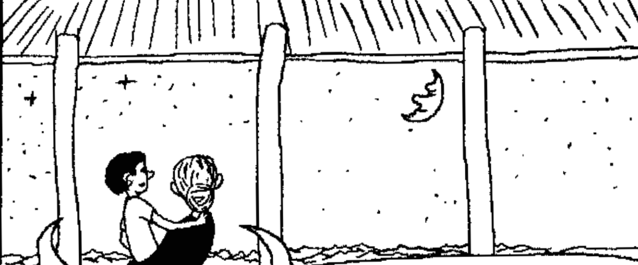



రెండు కళ్ల నుండి వచ్చే వేరు వేరు దృశ్యాలని మనసు కలిపి *వస్తువుల దూరాలని నిర్ణయిస్తుంది.* ఇలా రెండు దృశ్యాలని కలపడాన్నే ద్విచక్షు దృష్టి (stereo vision) అంటారు. దీని వల్లనే త్రిమితీయ ప్రపంచాన్ని దర్శించగలుగుతున్నాం.



పైన కనిపిస్తున్న రెండు కిటికీల మధ్య ఒక బిందువు మీద దృష్టి నిలపండి. ఇప్పుడు దృష్టిని క్రమంగా కాగితంలోపలికి పోనివ్వండి. మూడు కిటికీలు కనిపించే దాకా అలాగే చెయ్యండి. ఇప్పుడు మధ్యలో ఉన్న కిటికీలో ఏం కనిపిస్తోంది?

మన ద్విచక్షు దృష్టి సమీపంలో ఉన్న వస్తువుల దూరాలు కొలవడంలో పనికొస్తుంది గాని ఓ కిలోమీటర్ దూరంలో ఉన్న వస్తువుల దూరాలు కచ్చితంగా అంచనా వెయ్యడానికి పనికిరాదు.

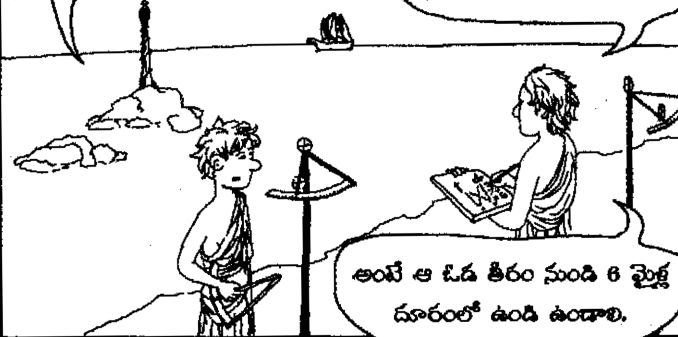


కి.మీ. కన్నా ఎక్కువ దూరంలో ఉన్న తారలు రెండు కళ్లలో ఒక్క విధంగా కనిపిస్తాయి. ఆ వస్తువులు చాలా దూరంలో ఉన్నాయని మాత్రం తెలుసుకోగలం అంతే. మన ద్విచక్షు దృష్టి ఖగోళ వస్తువుల దూరాలు తెలుసుకోవడానికి పనికి రాదు.

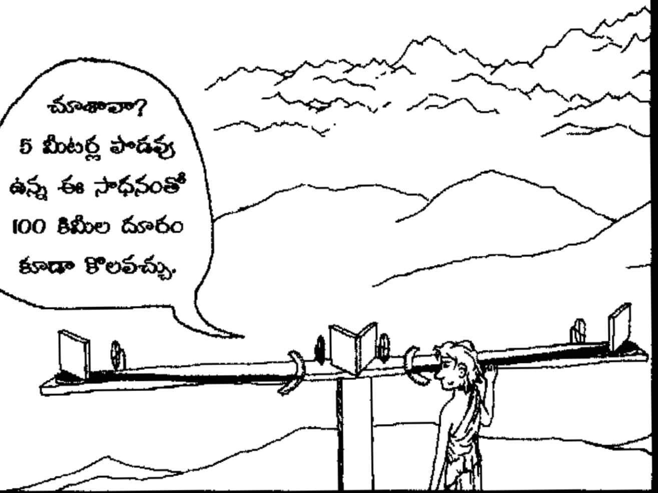
జ్యామితిలో బాగా ఆరితేరిన ప్రాచీన గ్రీకులు దృష్టి విక్షేపం సహాయంతో దూరాలు తెలుసుకునే పద్ధతి కనిపెట్టారు.



దూరదూరంగా ఉన్న రెండు బిందువుల నుండి ఒక దృశ్యాన్ని చూస్తారు. ఆ రెండు బిందువుల మధ్య దూరం మన కళ్ల మధ్య దూరం కన్నా ఎక్కువ అన్న మాట. అలా కనిపించిన రెండు చిత్రాల మధ్య తేడాని బట్టి లక్ష్యం దూరాన్ని అంచనా వేస్తారు.



చూసే బిందువుల మధ్య దూరం పెరుగుతున్న కొద్దీ, కొలిచే దూరం కూడా పెరుగుతూ ఉంటుంది.

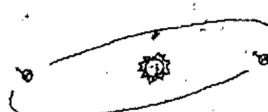


ఈ దృష్టి విక్షేప పద్ధతితో ఖగోళ వస్తువుల దూరాలు కొలవాలంటే చూసే బిందువుల మధ్య వేల కిలోమీటర్ల ఎడం ఉండాలి.

సాయంకాలం ఒకటి, తెల్లారే ఒకటి, రెండు కొలతలు తీసుకున్నాం అనుకుందాం. భూమి ఆత్మభ్రమణం వల్ల రాత్రికి రాత్రి కొన్ని వేల కిమీలు కదులుతాం.

బ్రహ్మాండమైన ఆలోచన. అలాగే ఆరు నెలల ఎడంలో కొలతలు తీసుకుంటే? ఆ రెండు బిందువుల మధ్య దూరం సూర్యుడి చుట్టూ భూమి కక్ష్య యొక్క వ్యాసం అంత ఉంటుంది.





దీన్నే వార్షిక విక్షేపం అంటారు. తొలి రోజుల్లో, అంటే భూమి కక్ష్య వ్యాసం తెలీని రోజుల్లో, ఈ వార్షిక విక్షేపం సహాయంతో కేవలం సాపేక్ష దూరాలు మాత్రమే కనుక్కునేవారు.

నా అంచనాల ప్రకారం సాటర్న్ కక్ష్య భూమి కన్నా తొమ్మిది రెట్లు పెద్దది. అంటే దాని అసలు వ్యాసం ఎంత?

18 ఖగోళ ఏకాంకాలు (AU). ఇంతకీ తారల విక్షేపం గురించి ఏమైనా తెలిసిందా?

తారల విక్షేపం తెలుసుకోవడానికి భూమి కక్ష్య యొక్క వ్యాసం సరిపోదు. తారలు మరీ ఎక్కువ దూరంలో ఉన్నాయి. కాని ఆ అన్వేషణ సాగుతూనే ఉంది.

ఇలా ఉండగా ఒక సమయంలో తారలలో జరిగిన ఓ విచిత్రమైన చర్య ఖగోళశాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకట్టుకుంది.





1572లో టైకో ఓ ప్రకాశవంతమైన తారని కనుక్కున్నాడు.





ఆ తరువాత కొన్ని దశాబ్దాల పాటు ఎన్నో నోవాలు (అంటే 'నవ్య' అని, అంటే కొత్త తార అని అర్థం) కనిపించాయి. కనిపించిన కొద్ది రోజుల్లోనే కొన్ని మాయమయ్యాయి. కొన్ని కనిపిస్తూ, మాయమవుతూ ఉన్నాయి.

తారలలో ఈ చర్యలు ఖగోళశాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకట్టుకున్నాయి. ఆ సమయంలోనే కొత్తగా కనిపెట్టిన దూరదర్శినితో పని మరింత సులభం అయ్యింది.



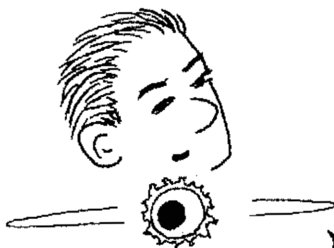
తారలలో జరిగే ఈ చర్యలని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అంతవరకు ఎందుకు కనిపెట్టలేకపోయారు? ఒకటేంటంటే, ప్రకాశవంతమైన తారల ప్రకాశం మాత్రం స్థిరంగానే ఉంది. దూరదర్శిని రాకముందు తారల ప్రకాశంలో మార్పులు గమనించడం కష్టం. పైగా టోలెమీ రోజుల నుండి కూడా తారామండలం నిశ్చలంగా ఉండేదనే నమ్ముతూ వచ్చారు. మార్పు లేని తారలనేం గుడ్లప్పగించి చూస్తూ ఉండడం అనవసరం. కాని నోవా కనిపించిన తరువాత పరిస్థితి పూర్తిగా మారిపోయింది. ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు మళ్లీ తారలని పరిశీలించడం మొదలుపెట్టారు.

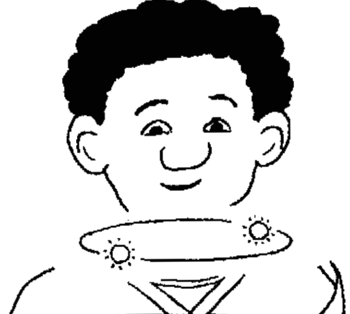
తారలలో చర్యల కోసం వెతకడం మొదలుపెట్టాక అది ఇందుగలడందులేడన్నట్టు ఎదురయ్యింది. విశ్వం ఈ 'చంచల తారల'తో కిటకిటలాడుతూ కనిపించింది.

కొన్ని తారలు ప్రత్యేక క్రమం లేకుండా మారుతూ కనిపించాయి. కొన్ని కచ్చితమైన ఆవృత్తితో మారుతున్నాయి. వీటి గురించి ఇంకా తెలుసుకోవాలని వైజ్ఞానిక లోకం తహతహలాడింది. ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు రకరకాల వివరణలిచ్చారు.

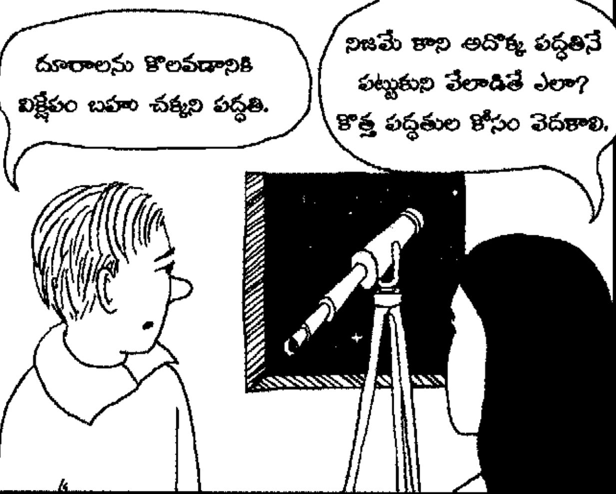




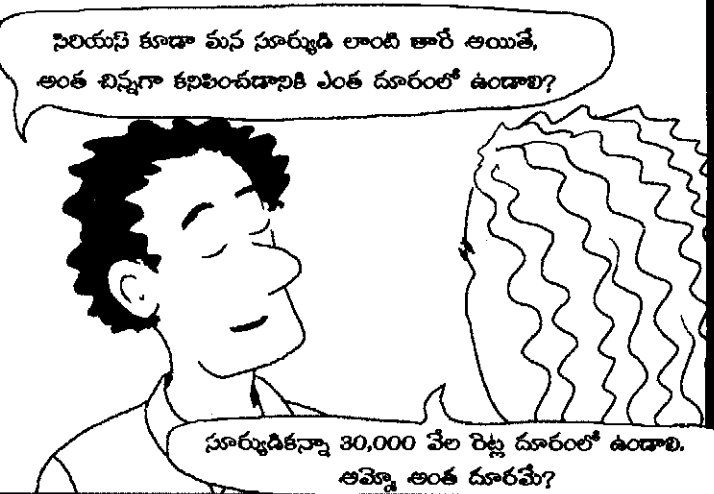




తారల విషయంలో విక్షేపం కనిపెట్టడం అసంభవం అని అంతా పెదవి విరిచారు. ఇలా ఉండగా కొన్ని కొత్త పరిణామాలు జరిగాయి.

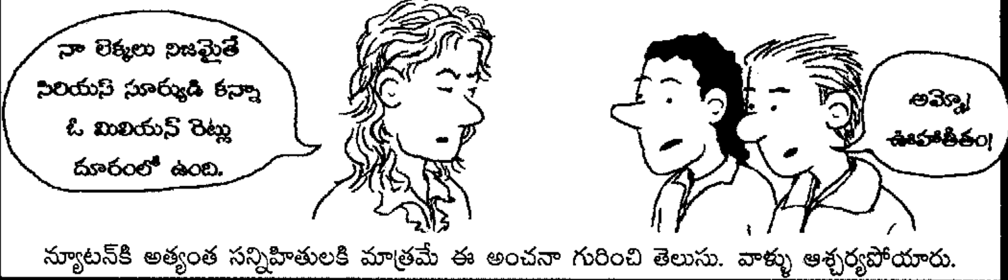


1650ల నడిమి కాలంలో క్రిస్టియన్ హుయ్గెన్స్ అనే డచ్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త సిరియస్ తారకి, భూమికి మధ్య దూరాన్ని అంచనా వేశాడు.



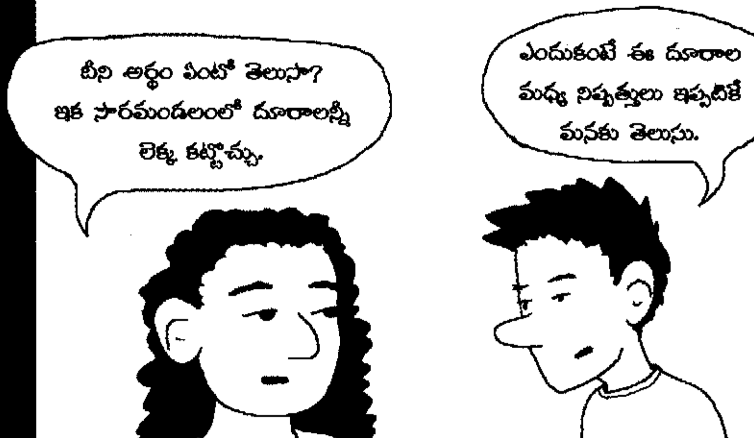
హుయ్గెన్స్ నమ్మకానికి అసలు ఆధారాలే లేవు. పైగా అతడి పద్ధతి కొంచెం మోటుగా ఉంది. అసలు సూర్యుడు ఎంత దూరంలో ఉన్నాడో కూడా ఆ రోజుల్లో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి తెలీదు. కాని ఆ అంచనా వల్ల విశ్వం చాలా పెద్దది అన్న అవగాహన జనంలో పెరగసాగింది.

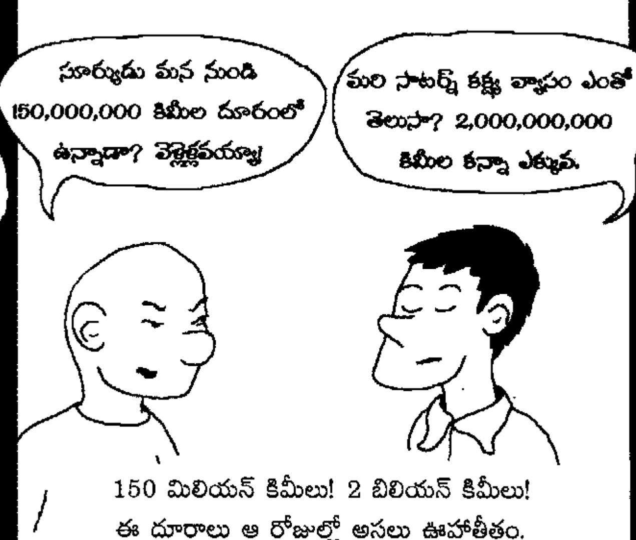
అలాంటి నమ్మకాలనే ఆధారంగా చేసుకుని న్యూటన్ కూడా సిరియస్ తార దూరం అంచనా వేశాడు.



న్యూటన్‌కి అత్యంత సన్నిహితులకి మాత్రమే ఈ అంచనా గురించి తెలుసు. వాళ్ళు ఆశ్చర్యపోయారు.

1671లో ఇటాలియన్-ఫ్రెంచ్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త గియోవానీ కాసినీ భూమికి మార్స్ గ్రహానికి మధ్య దూరం అంచనా వేశాడు.



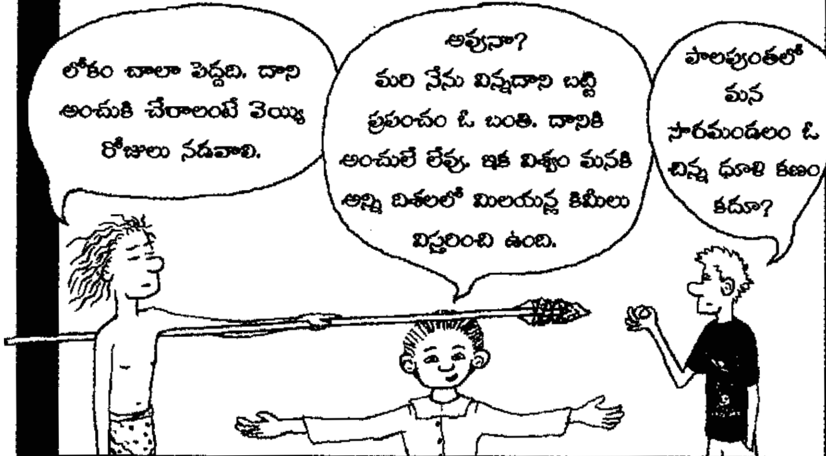


150 మిలియన్ కిమీలు! 2 బిలియన్ కిమీలు! ఈ దూరాలు ఆ రోజుల్లో అసలు ఊహాతీతం.

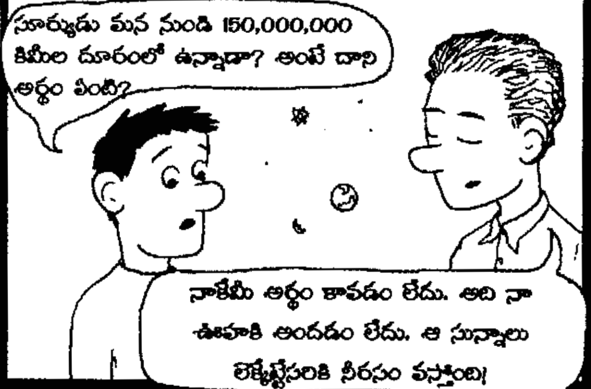
మన సౌరమండలమే అంత పెద్దదైతే, ఇక తారలు ఉన్న మహాగోళం, ఆ తారామండలం ఎంత పెద్దదో? న్యూటన్ ఆ దూరం 2,000,000,000,000,000 కిమీలు అని అంచనా వేశాడు.

నిజంగానే తారలన్నీ ఓ గోళానికి అతుక్కుని ఉన్నాయా? లేక మన నుండి వివిధ దూరాలలో విస్తరించి ఉన్నాయా? అదే నిజమైతే ఈ విశ్వం పరిమాణం ఎంత?

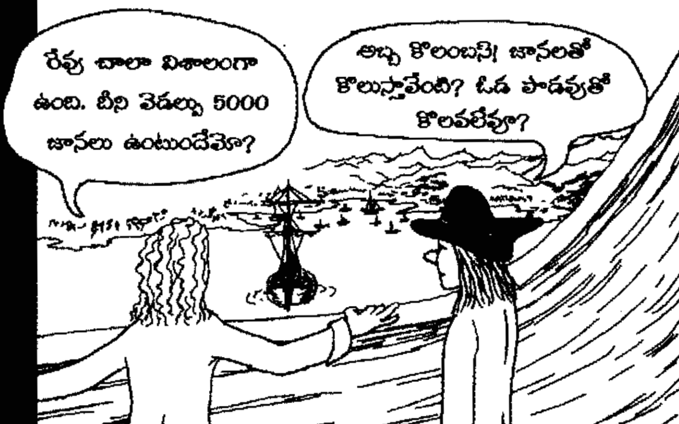
ప్రపంచం చాలా పెద్దదని అందరూ ఒప్పుకునేవారు. కాని ఎంత పెద్దది?
ఈ విషయంలోనే ప్రాచీన కాలంలో భిన్నాభిప్రాయాలు ఉండేవి.



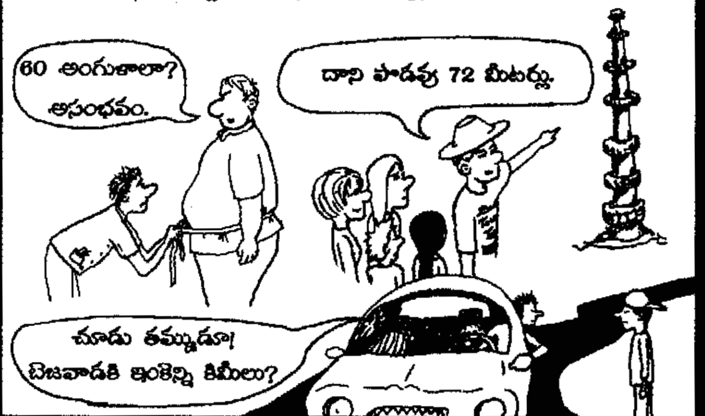
చరిత్రలో ఎన్నోసార్లు మనుషులకి తాము ఊహించిన దాని
కన్నా విశ్వం చాలా పెద్దది కావచ్చన్న ఆలోచన వచ్చింది.
కాని అది వారి ఊహకి అందలేదు.



ఇతర భౌతిక రాశుల లాగానే దూరాన్ని కొలవడానికి ఒక ప్రమాణం
ఉండాలి. ఒక తెలిసిన దూరాన్ని - అంటే ఏకాంకాన్ని -
వాడి ఇతర దూరాలని కొలుస్తారు.



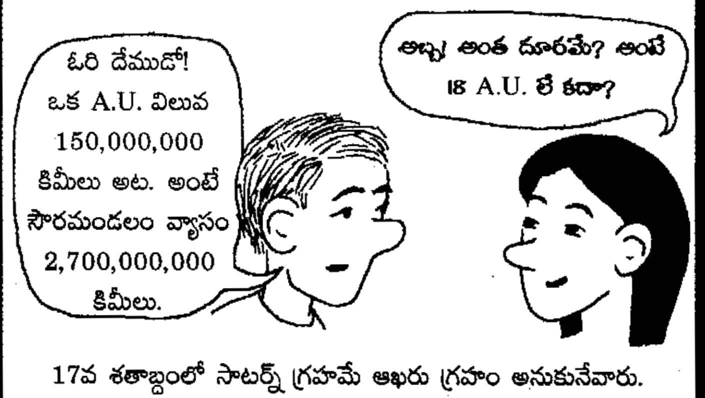
సందర్భాన్ని బట్టి ఒక్కొక్క ఏకాంకాన్ని వాడుతూ వస్తాం.



సౌరమండలాన్ని పరిగణిస్తున్నప్పుడు సూర్యుడికి, భూమికి
మధ్య దూరాన్ని ప్రమాణంగా తీసుకున్నారు. ఆ దూరాన్నే
ఖగోళ ఏకాంకం లేదా A.U. అంటారు.

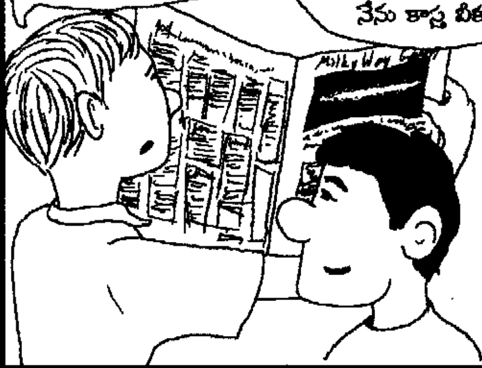


కాని చిత్రం ఏంటంటే A.U. వాడుక మొదలైన నాటికి అసలు
దాని విలువ తెలీదు. కాని గ్రహాల దూరాల నిష్పత్తులు అప్పటికే
తెలుసు కాబట్టి A.U. చక్కగా పని చేసింది. తరువాత 1672లో
A.U. విలువ మైళ్లలో వ్యక్తం చేశారు. అప్పట్నుంచి
A.U. సౌరమండలంలో ఓ సహజ ఏకాంకంగా మారింది.



17వ శతాబ్దంలో సాటర్న్ గ్రహమే ఆఖరు గ్రహం అనుకునేవారు.

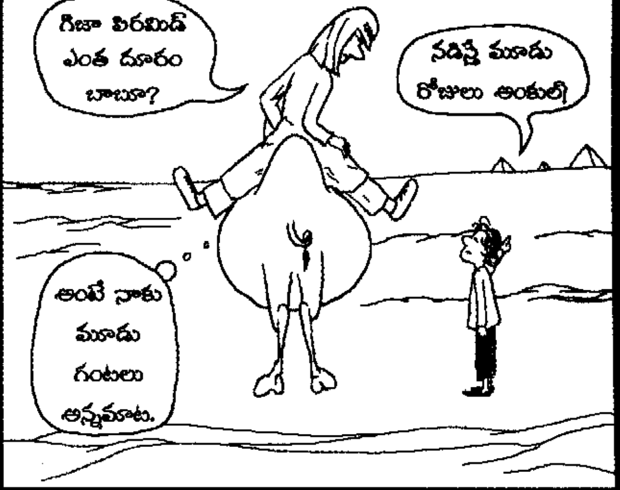
గ్రహాంతర దూరాలకి A.U. బాగానే సరిపోయింది.
కాని మరి తారామండలంలో దూరాలకో?



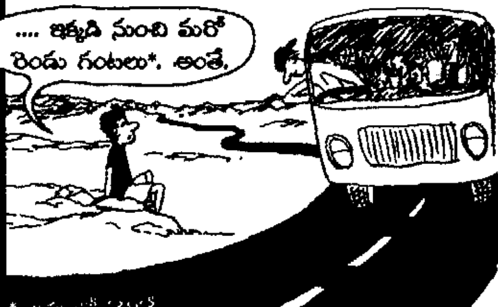
తారల దూరాలని వ్యక్తం చెయ్యడానికి ఓ కొత్త ప్రమాణం అవసరం వచ్చింది.

ఏంటా ప్రమాణం?

మనుషులకి ప్రయాణాలు చెయ్యడం అంటే ఇష్టం. ప్రాచీన కాలం నుండి దూరాన్ని యాత్రాకాలంతో కొలవడం ఒక ఆనవాయితీ.



దూరాన్ని యాత్రా కాలంతో కొలిచే అలవాటు ఇప్పటికీ ఉంది.



* బస్సులో వెళితే

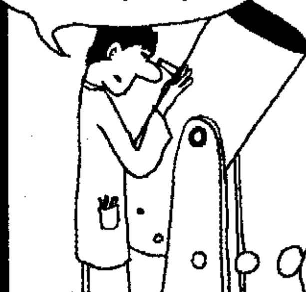
అలాగే ఖగోళ దూరాలని కూడా యాత్రాకాలంతో కొలవగలమా?





మనకందరికీ తెలిసిన ఓ విశ్వయాత్రికుడు ఉన్నాడు – అదే కాంతి.

కాంతి బ్రహ్మాండమైన వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది. కాంతి వేగాన్ని కొలవడం కోసం శాస్త్రవేత్తలు ప్రయోగాలు చేశారు.





కాంతి ఒక సంవత్సర కాలంలో ప్రయాణించే దూరాన్నే కాంతి సంవత్సరం అంటారు. తారాదూరాలని కొలవడానికి అదొక చక్కని ప్రమాణంగా పనికొచ్చింది.





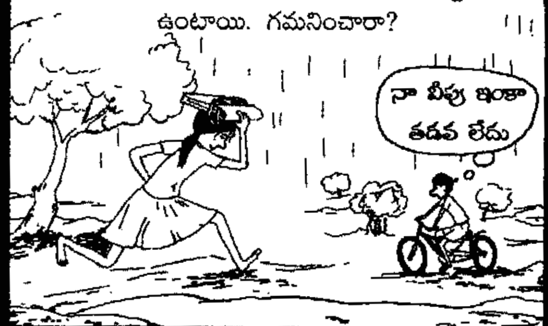
సెకనులో భూమి చుట్టూ కాంతి 7 సార్లు తిరుగుతుంది.
అంటే ఏడాదిలో ఎంత దూరం తిరుగుతుందో ఊహించు.
9,000,000,000,000 కిమీలు. లేదా 60,000 A.U.లు!

ఒక పక్క ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు తారా విక్షేపం కోసం ప్రయత్నిస్తుంటే, మరో పక్క కొన్ని ముఖ్యమైన పరిణామాలు జరుగుతున్నాయి.

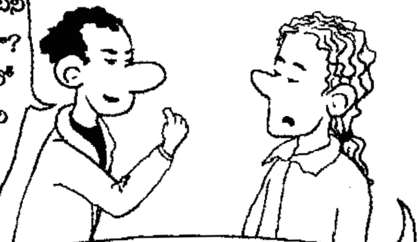
1728లో జేమ్స్ బ్రాడ్లీ ఒక ముఖ్యమైన విషయాన్ని గుర్తించాడు...



వర్షపు చినుకులు నేరుగా కిందకి పడుతున్నా, మనం పరుగెత్తుతుంటే వాలుగా పడినట్టు ఉంటాయి. గమనించారా?



గత సమాచారాన్ని నిశితంగా విశ్లేషిస్తే తారల స్థానాలలో భూమి చలనం వల్ల కాస్తంత వ్యత్యాసం ఉన్నట్టు కనిపించింది.



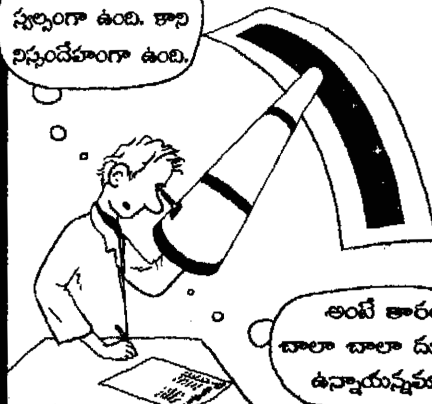
దోషాన్ని కలిగించే మరో కారణాన్ని 1748లో బ్రాడ్లీ కనిపెట్టాడు.







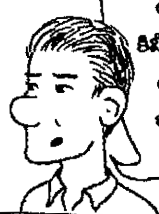
ఈ సవరణల వల్ల కొంచెం ఆలస్యం అయినా చివరికి మంచికే అయ్యింది. 1838లో జర్మన్ ఖగోళవేత్త ఫ్రీడ్రిక్ బెసెల్ తారా విక్షేపం కనుక్కున్నాడు.



దూరదర్శినిలో కొన్ని అధునాతన సవరణలు జరగకపోయి ఉంటే, బెసెల్ తారా విక్షేపాన్ని కనుక్కోలేకపోయేవాడు. పైగా తన అదృష్టం బాగుంది విక్షేపం గల బహు కొద్ది తారలలో తను కనుక్కున్న తార ఒకటయ్యింది.

త్వరలోనే కుప్పలు తెప్పలుగా ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు తారా విక్షేపాన్ని కొలుస్తూపోయారు.





అతి దగ్గరి తారలు కూడా సౌరమండలం అంచుకన్నా కొన్ని వేల రెట్ల దూరంలో ఉన్నాయి.

గెలీలియో దూరదర్శిని వల్ల కంటికి కనిపించే తారల కన్నా ఆకాశంలో చాలా చాలా ఎక్కువ తారలు ఉన్నాయన్న సత్యం తెలిసింది. 1700ల నడిమి కాలంలో విలియమ్ హెర్షెల్ అనే ఓ యువ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఆకాశంలో తారలు విస్తరించిన తీరుని అధ్యయనం చేశాడు. అతడి విశ్లేషణలో కొన్ని ఆసక్తికరమైన విషయాలు బయటపడ్డాయి.

ఇదుగో తెలుసా? మన పాలపుంత గెలాక్సీలో పది బిలియన్ తారలు ఓ పళ్లెం ఆకారంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. ఆ పళ్లెం మధ్యలో మనం ఉన్నాం.

అవి తారలా? మరి పొగమంచులా కనిపిస్తుందేం?

ఓహో అదా? మనకి ప్రత్యేక తారలుగా కనిపిస్తున్నవి కాస్త దగ్గరగా ఉన్న తారలు. అవి మన చుట్టూ ఉన్నాయి. పొగమంచులా కనిపిస్తున్న తారలు పళ్లెం అంచు దిశగా ఉన్నాయి. అవి మన చుట్టూ ఓ వలయంలా ఏర్పాటై ఉన్నాయి.

ఈ పాలపుంతకే గ్రీకు పేరు గెలాక్సీ అని పెట్టారు.

కాని గెలాక్సీ నిజంగా ఎంత పెద్దదో హెర్షెల్ తెలుసుకోలేకపోయాడు.

గెలాక్సీకి సరిగ్గా మధ్యలో సౌరమండలం ఉందని అనుకుని పొరబడ్డాడు.

కాని ముఖ్యమైన విషయం ఏమిటంటే హెర్షెల్ అప్పటికి తెలిసిన విశ్వం యొక్క పరిమాణం బృహత్ స్థాయిలో ఎలా ఉంటుందో తెలుసుకోగలిగాడు.

పళ్లెంలో విస్తరించి ఉన్న తారల సమూహమే విశ్వం. గెలాక్సీలో అన్ని తారలలో మన సూర్యుడు కూడా ఒక తార మాత్రమే.

విశ్వం పట్ల ఇలాంటి అవగాహన ఓ 150 ఏళ్ల పాటు నిలిచింది.

పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో, బెసెల్ తారా విక్షేపాన్ని కనుక్కున్న తరువాత విశ్వం యొక్క పరిమాణం గురించి మళ్లీ ఆలోచన బయలుదేరింది.

ఈ గెలాక్సీ పరిమాణాన్ని కొలిచేదెలా?

ఎలాగంటావా? మొత్తం తారల సంఖ్య తెలిస్తే, వాటి మధ్య దూరాలన్నీ తెలిస్తే...

ఈ అంచనా కొంచెం మోటైనదే అయినా విశ్వ వ్యాసాన్ని సూచించే ఓ కచ్చితమైన విలువ దొరికింది.

మొత్తం 10 బిలియన్ తారలు ఉంటే, ఇరుగు పొరుగున ఉన్న తారల మధ్య సగటున 5-10 కాంతి సంవత్సరాల దూరం ఉంటే....

మొత్తం గెలాక్సీ వ్యాసం 5-10 వేల కాంతిసంవత్సరాలు ఉంటుంది.

దాని మందం 1-2 వేల కాంతిసంవత్సరాలు ఉంటుంది.

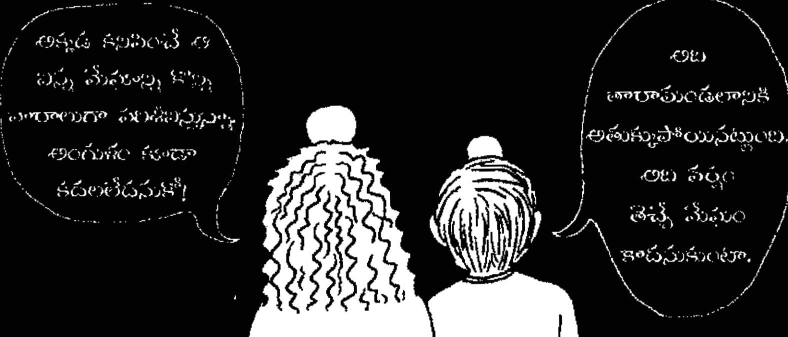
ఇది దారుణం. మీరు మరీ ఎక్కువ అంచనా వేస్తున్నారు.

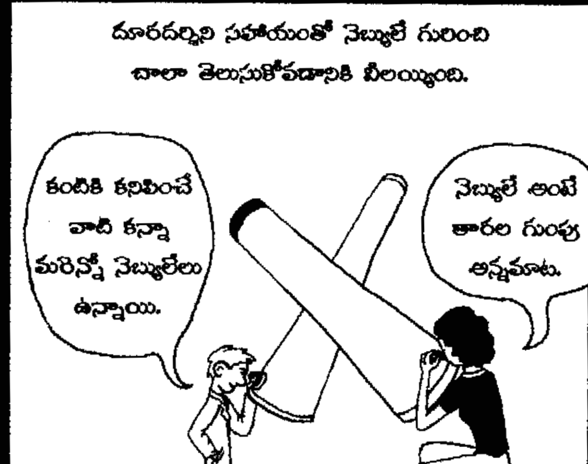
కాని అది నిజం కాదు. గెలాక్సీ వ్యాసం యొక్క ఈ ప్రప్రథమ అంచనాలు, వాస్తవం కన్నా బాగా తక్కువ. మరింత శక్తివంతమైన దూరదర్శినుల సహాయంతో చేసిన మరిన్ని కొత్త ఆవిష్కరణల వల్ల పాలపుంత అనుకున్న దాని కన్నా చాలా పెద్దదని తెలిసింది.

ప్రస్తుత అంచనాల ప్రకారం పాలపుంతలో రమారమి 200,000,000,000 తారలు ఓ పెద్ద పళ్లెం ఆకారంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. ఆ పళ్లెం వ్యాసం లక్ష కాంతి సంవత్సరాలు. పళ్లెం మధ్యలో దాని మందం 10,000 కాంతి సంవత్సరాలు.

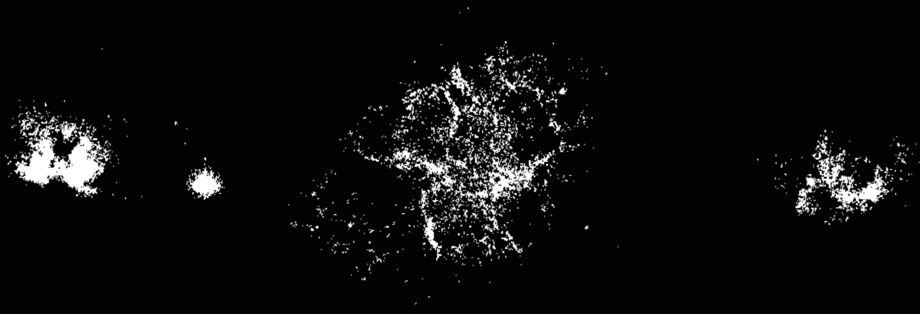
ఇక మన సౌరమండలం ఆ పళ్లెంలో కేంద్రానికి అంచుకి మధ్యగా ఎక్కడో ఉంటుంది.

చందమామ, గ్రహాలు, తారలు, పాలపుంత - ఇవి కాక చీకటి ఆకాశంలో అక్కడక్కడ పలచని మబ్బు తునకల్లాగా ఏవో కనిపిస్తాయి. వీటిని నెబ్యులే అంటారు (దీని ఏకవచనం నెబ్యులా - అంటే లాటిన్‌లో మబ్బు).

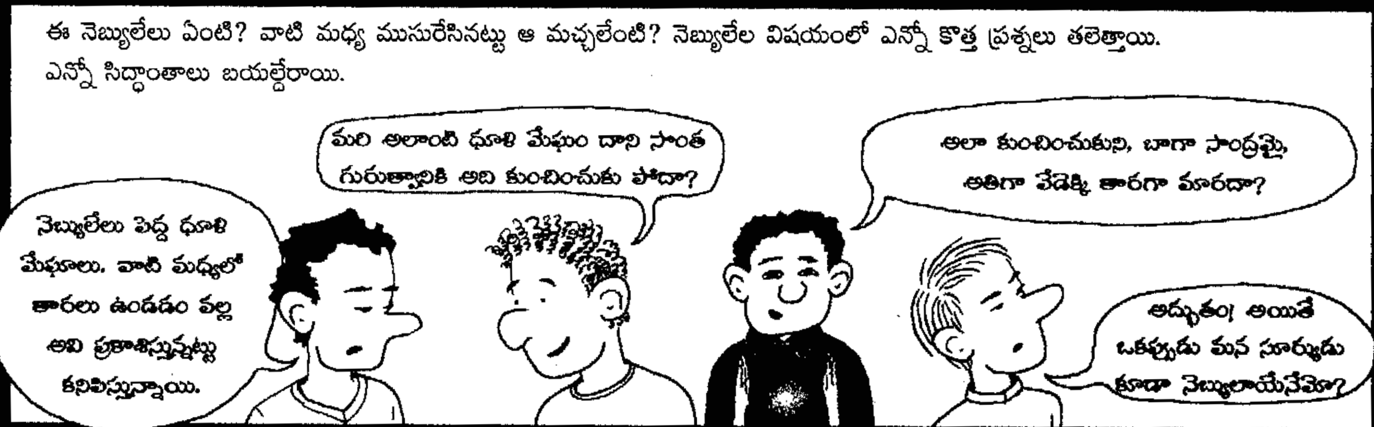




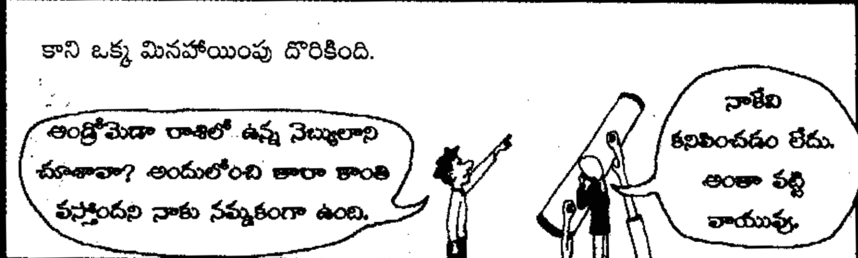
ఎంత శక్తివంతమైన దూరదర్శినులతో చూసిన నెబ్యులేలు మేఘాల్లాగే మసకగా కనిపించేవి.



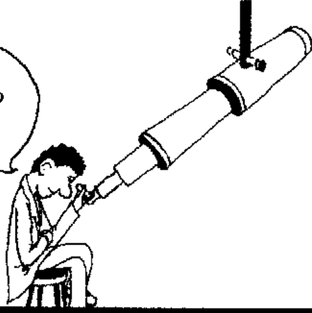
ఆధునిక దూరదర్శినులలో నెబ్యులేలు ఇలా కనిపిస్తాయి.



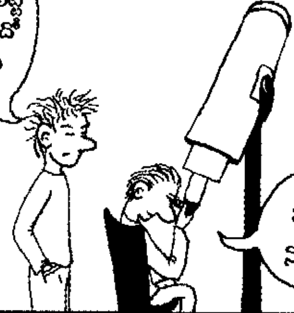
ఆకారంలో, పరిమాణంలో, ప్రకాశంలో నెబ్యులాలో గొప్ప వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. కాని ఈ తారాంతర మేఘాల నుంచి వచ్చే కాంతికి, మామూలు తారల నుంచి వచ్చే కాంతికి మధ్య చాలా తేడా ఉంది.



ఆంద్రోమెడా రాశిలో ఉన్న నెబ్యులాకి ఆంద్రోమెడా నెబ్యులా అని పేరు వచ్చింది.



కాని ఆ చుక్క అంతలోనే మాయమయ్యింది.



ఆ తరువాత కాలంలో తాత్కాలికమైన చుక్కలెన్నో ఆంద్రోమెడా నెబ్యులాలో కనిపించాయి.

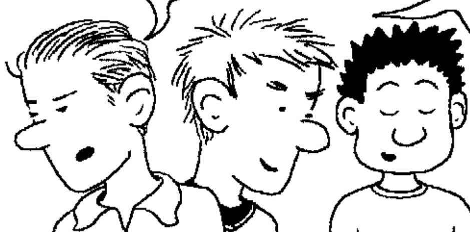


హెబర్ కర్టిస్ అనే అమెరికన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త అకాశంలో నోవాలు కనిపించే తీరుని అధ్యయనం చేసి ఒక నిర్ణయానికి వచ్చారు.



ఎప్పట్లాగే ఎన్నో ప్రశ్నలు పుట్టాయి, సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదించబడ్డాయి.

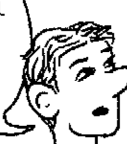




1917లో ఎడ్విన్ హబుల్ అనే అమెరికన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఆంద్రోమెడా నెబ్యులాలో అత్యంత బలహీనమైన తారలు పెద్ద సంఖ్యలో ఉన్నాయని కనుక్కున్నాడు.



తెలిసిన సమాచారంతో ఆంద్రోమెడా నెబ్యులా ఓ పూర్తి గెలాక్సీ అన్న భావన సరిపోతోంది.



ఆంధ్రోమెడా నెబ్యులా నిజానికి ఓ గెలాక్సీ మన పాలపుంత లాగానే.

మరైతే ఇప్పట్నుంచి దాన్ని నెబ్యులా అనకుండా ఆంధ్రోమెడా గెలాక్సీ అంటే బావుంటుందేమో?

అధునాతన పరికరాలను, పద్ధతులను వాడి ఆండ్రోమెడా నెబ్యులా పాలపుంత లాగానే ఓ గెలాక్సీ అని, అయితే పాలపుంత కన్నా రెండు రెట్లు పెద్దదని శాస్త్రవేత్తలు తెలుసుకున్నారు. అప్పట్నుంచి దాన్ని ఆండ్రోమెడా గెలాక్సీ అనే పిలవడం మొదలుపెట్టారు.

1952లో ఆండ్రోమెడా గెలాక్సీ మన నుండి 2 మిలియన్ కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో ఉందని అంచనా వేశారు.

ఆ దూరంలో 20 గెలాక్సీలని పేర్చవచ్చు.

అంత దూరమే.

విశ్వం మరీ విడ్డూరం.

విశ్వానికి అంతే లేదా?

విశ్వంలో ఉన్నది ఇంతేనా? దిమ్మ తిరిగిపోయే దూరంలో రెండు గెలాక్సీలు అంతేనా? ఖగోళ శాస్త్రవేత్తల ఆలోచనలు కొత్తదారులు తొక్కాయి.

మరిన్ని గెలాక్సీలు ఉన్నాయంటావా?

విశ్వంలో ఎప్పుడూ ఏవో కొత్తవి కనిపిస్తూనే ఉంటాయి.

త్వరలోనే మరిన్ని కొత్త గెలాక్సీలను కనుక్కున్నారు.

నేను చెప్పలేదూ?

విశ్వం అంతా విస్తరించిన కోట్లాది గెలాక్సీలలో మన పాలపుంత ఒక గెలాక్సీ.

అయితే మన ప్రస్తుత విశ్వదర్శనం ఎలా ఉంది?

విశ్వం అంతా గెలాక్సీలు విస్తరించి ఉన్నాయి... 100,000,000,000 ఉంటాయేమో. గుంపులుగా ఏర్పాటై ఉన్నాయి. ఒక్కొక్క గెలాక్సీ గుంపులో వేలాది గెలాక్సీలు ఉన్నాయి.

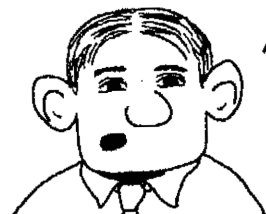
సగటు పరిమాణం గల గెలాక్సీలో 100,000,000,000 తారలు ఉంటాయేమో. సగటు వ్యాసం లక్ష కాంతి సంవత్సరాలు.

మొత్తం విశ్వం వ్యాసం 200,000,000,000 కాంతి సంవత్సరాలు.

ఒక గెలాక్సీలో తారలని, ఒక గుంపులో ఉన్న గెలాక్సీలని వేరు చేస్తూ బృహత్తరమైన శూన్యం ఉంది. విశ్వంలో అధిక భాగం పట్టి శూన్యమే.

అది చాలా చాలా పెద్దది.
కాని మరి విశ్వంలో ఉన్నది ఇంతేనా?
అవును...

ప్రస్తుతానికి ఇంతే. కాని ఏం తెలుసు? ఏదో ఒకనాటికి ఈ బహుళ గెలాక్టిక్ విశ్వానికి అంచుల వద్ద మరేదో వింత కనిపిస్తుందేమో.



ఈ విశాల విశ్వంలో మరి మన స్థానం ఏది? విశ్వమంతా వ్యాపించిన కోటానుకోట్ల గెలాక్సీలలో మన భూమి, మన సౌరమండలం, మన పాలపుంత గెలాక్సీ ఎక్కడున్నాయి? ఎలా ఉన్నాయి?

రాత్రిపూట మనకి కనిపించే ఆకాశంలో అధికశాతం మనకి సమీపంలో ఉన్న తారలే. ఈ తారల నుండి, ఈ గెలాక్సీల నుండి దూరంగా వెళ్లి అల్లంత దూరం నుండి ఈ విశ్వం మొత్తాన్ని చూడాలనుంది.

విశ్వంలో ఎక్కడికైనా ప్రయాణించే సామర్థ్యం ఉందనుకుందాం. భూమి నుండి వీలైనంత దూరానికి ప్రయాణించాం అనుకుందాం. గుంపులుగా చిన్న చుక్కలు కనిపిస్తాయి. అవి తారలా? గెలాక్సీలా?



రెండూ కాదు. ప్రతీ చుక్క ఓ గెలాక్సీల గుంపు. సగటు గుంపులో కొన్ని వేల గెలాక్సీలు ఉంటాయి. అలాంటి ఓ బిలియన్ గుంపులు విశ్వమంతా విస్తరించి ఉన్నాయి.

1,000,000,000
light years

ఇందులో మన భూమి ఎక్కడుందో చుద్దాం. మనం వచ్చిన దిశలో చూస్తూ అక్కడ ఓ చిన్న విశ్వభాగాన్ని గమనిద్దాం. ఆ భాగంలోకి జూమ్ చేస్తే అందులోని గెలాక్సీల గుంపుల్లో ఎన్నో వేరు వేరు గెలాక్సీలు కనిపిస్తాయి.

వీటిలో ఎక్కడో మన పాలపుంత కూడా ఉంది.

10,000,000
light years

నిజమే. ఇప్పుడు మన గెలాక్సీ చుట్టూ ఉన్న అంతరిక్ష ప్రాంతంలోకి జూమ్ చేద్దాం.

అబ్బ ఇదుగో పాలపుంత.
అదుగో అల్లంత దూరంలో ఉన్నదే ఆండ్రోమెడా.

100,000
light years

ఇక మన సూర్యుడి కోసం వెతకాలి. ఈ సారి మళ్లీ మన సౌరమండలం దిశలో పాలపుంతలో ఒక భాగంలో జూమ్ చెయ్యాలి.

లాభం లేదు. కోకొల్లలుగా తారలు కనిపిస్తున్నాయి.
ఇంకా లోపలికి జూమ్ చెయ్యాలి.

1000
light years

మన లక్ష్యం దిశగా మరో అడుగు వెయ్యాలి. ఇప్పుడు కొన్ని ప్రత్యేక తారలు కనిపిస్తున్నాయి.

అబ్బ అదుగో సూర్యుడు. దాని పక్కనే ఉన్నది ప్రాక్సిమా సెంటారీ.

10 light years
600,000 AU

ఎంత దూరం ప్రయాణించామో! కాని ఇంటికి చేరాలంటే ఇంకా చాలా దూరం ఉంది.

ఇంకా జూమ్ చేస్తే మన దృష్టి పథంలో ఒక్క తారే కనిపిస్తుంది - అదే మన సూర్యుడు.

అది మన సూర్యుడేనంటావా?
చుట్టూ గ్రహాలు కనిపించడం లేదే?



0.1 light years

6,000 AU

సౌరమండలంలోని అంశాలు కనిపించాలంటే ఇంకా దగ్గరగా వెళ్లాలి.

ఇప్పుడు కొన్ని చుక్కలు కనిపిస్తున్నాయి.
అవి బాహిర గ్రహాలు కావచ్చు.



60 AU

ఇక మన ఇంటి కోసం అంటే భూమి కోసం ఓ కన్నేసి ఉంచాలి.
మరి సౌరమండలంలోకి ప్రవేశిద్దామా?

అక్కడున్నది సాటర్న్. అదుగో జూపిటర్.
ఆ చిన్న చుక్క మార్స్... అదుగో భూమి!



0.6 AU

100,000,000 km



భూమి కనిపించాక ఇక మిగతా ప్రయాణం చాలా సులభం.

ఇప్పటికే చాలా జూమ్ చేశాం. అయినా భూమి కేవలం
ఓ చుక్కలా కనిపిస్తోంది. అనంతమైన అంతరిక్షంలో
ఓ ఒంటరి చుక్క మీద మనం అంతా జీవిస్తున్నాం
అంటే ఆశ్చర్యంగా లేదూ?



1,000,000 km

ఇంచుమించు వచ్చేశాం. చివరిసారిగా జూమ్ చేస్తే చాలు.

భూమి మీద
దిగుతున్నాం!





10,000 km

మునుపట్లా కాంతిసంవత్సరం
ఇప్పుడంత అనువైన ప్రమాణంలా
కనిపించడం లేదు.

విశ్వం యొక్క వ్యాసం 10,000,000,000 కాంతి సంవత్సరాలట.

అంటే 10^{10} కాంతి సంవత్సరాలు, అంటే 10^{26} మీటర్లు.

ఈ
విశ్వదర్శనంలో
కాంతికి
ఓ
ప్రత్యేక
స్థానం
ఉంది.

కాంతి సమయంతో వ్యక్తం అయ్యే దూరం, ఆ దూరాన్ని
దాటడానికి కాంతికి పట్టే సమయాన్ని సూచిస్తుంది.

ప్రస్తుతం మనకి కనిపించే ఆండ్రోమెడా 2,000,000 సంవత్సరాల క్రితం ఇలా ఉండేది అన్నమాట.

అవును, ఎందుకంటే ఆండ్రోమెడా నుండి మనను చేరడానికి కాంతికి అంత సమయం పడుతుంది.

మరి 2,000,000 ఏళ్ల క్రితం అలా ఉంటే, ప్రస్తుతం ఎలా ఉంటుందో?

పెద్ద తేడా ఉండకపోవచ్చు. కొన్ని మిలియన్ల సంవత్సరాలలో గెలాక్సీలలో పెద్ద మార్పు రాదు. కాని కచ్చితంగా చెప్పలేం.

అంతరిక్షంలోకి ఎంత దూరంలోకి చూస్తే కాలంలో
అంత గతానికి పోతున్నాం అన్నమాట.

ఇవి విశ్వంలో అత్యంత దూరమైన వస్తువులు.

అంటే అవి అత్యంత ప్రాచీనమైన వస్తువులు కూడా అయ్యుండాలి.

ఈ అత్యంత దూరమైన వస్తువులని క్వాసార్లు అని పిలుస్తారు.
కొత్తగా పుట్టిన విశ్వంలో అవి యువ గెలాక్సీలు అయ్యుంటాయి.
వాటి దూరం అంత ఎక్కువ కావడం వల్ల వాటి ఆకారం పెద్దగా తెలీదు.

ఒక్కటి మాత్రం నిజం. మన దూరదర్శినులలో కనిపించే క్వాసార్లకి, వాటి నిజస్వరూపానికి మధ్య చాలా తేడా ఉంటుంది.

ఆకారమే కాదు, వాటి స్థానం కూడా మారిపోతుంది. మనం ప్రస్తుతం చూసేది బిలియన్ సంవత్సరాల నాటి పురాణం!

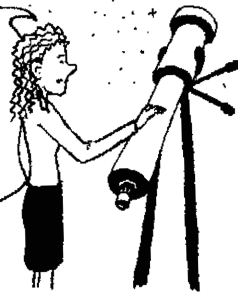
మన ప్రస్తుత అవగాహన బట్టి అతి దూరంలో
ఉన్న క్వాసార్లు విశ్వారంభాన్ని సూచిస్తాయి.
వాటికి అవతల ఏమీ కనిపించడం లేదంటే
బహుశ అవతల ఇంకేమీ లేదన్నమాట.

సమంజసంగానే ఉంది కదూ?

ఏం తెలుసు? ఏదో ఒక రోజు...

ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్ర నుండి మనం తెలుసుకున్నది
ఏదైనా ఉందంటే అది... ఏ సిద్ధాంతమూ
చరమ సిద్ధాంతం కాదు.

400 ఏళ్ల క్రితం గెలీలియో దూరదర్శినిని వాడడం మొదలుపెట్టిన దగ్గర నుండి ఆ పరికరానికి ఖగోళ విజ్ఞానానికి మధ్య ఓ బలమైన ముడిపడింది.



పరిశీలనాత్మక ఖగోళశాస్త్రంలో అభివృద్ధి అంటే సామాన్యంగా దూరదర్శినిలో అభివృద్ధే.

మొట్టమొదటి దూరదర్శినులలో (గెలీలియో వాడినవి) రెండు కటకాలు ఉంటాయి.



1700లో హెర్షెల్ 40 అడుగుల పొడవున్న దూరదర్శినిని నిర్మించాడు. అందులోని వస్తుగత కటకం వ్యాసం 4 అడుగులు.

గెలీలియన్ దూరదర్శినితో కొన్ని మౌలిక ఇబ్బందులు ఉన్నాయి.



కాంతి లక్షణాలని లోతుగా అర్థం చేసుకున్న న్యూటన్ కటకానికి బదులుగా వస్తుగతం స్థానంలో ఓ వంపు తిరిగిన అద్దాన్ని వాడాడు.



పైగా అద్దం అయితే నూరడానికి ఒకే ఉపరితలం ఉంటుంది. కటకం కన్నా అద్దం తేలిక కూడా. ఇలాంటి పరావర్తన దూరదర్శినులు (వీటిని న్యూటోనియన్ దూరదర్శినులు అని కూడా అంటారు) అంటే ఇప్పటికీ ఔత్సాహిక ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి చాలా ఇష్టం.

మరింత మెరుగైన దూరదర్శినులని తయారుచెయ్యడం ఒక ఎత్తు. గాలిలో ఉండే ధూళి, వాతావరణంలో వచ్చే ఆటుపోట్లు – ఇవన్నీ దూరదర్శినుల సామర్థ్యానికి కళ్లెం వేస్తాయి. ఖగోళవేత్తలు ఈ ఇబ్బందులు అన్నీ ఎదుర్కోవాలి.



అందుకే ప్రస్తుతం పెద్ద పెద్ద వేధశాలలన్నీ పర్వతాల మీద ఉంటాయి.

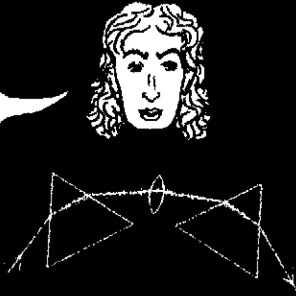
ఈ రోజుల్లో విశ్వం యొక్క అతి స్పష్టమైన చిత్రాలన్నీ అంతరిక్షంలో స్థాపించబడ్డ దూరదర్శినుల నుండి వస్తాయి.





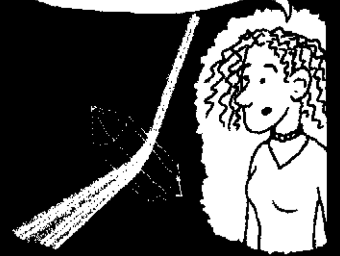
కొన్ని దూరదర్శినులు భూమి చుట్టూ కక్ష్యలో తిరుగుతుంటాయి. కొన్ని భూమిని వదిలి సౌరమండలం దాటిపోయాయి. హబుల్, వాయేజర్ లాంటి అంతరిక్ష దూరదర్శినులు విశ్వాన్ని వ్యక్తం చేసే వందలాది అందమైన చిత్రాలని పంపాయి.

ఆ విధంగా దూరదర్శినులు ఇంకా ఇంకా పెద్దవై, విశ్వాన్ని మరింత విపులంగా ప్రదర్శిస్తుంటే అదే సమయంలో మరో ముఖ్యమైన పరిణామం కూడా జరిగింది.



1666లో న్యూటన్ చేసిన ఈ ఆవిష్కరణ వల్ల ఎన్నో ముఖ్యమైన పరిణామాలు జరిగాయి.

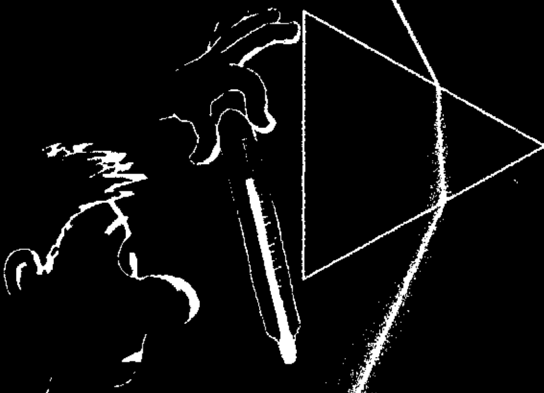
ఓ స్ఫటికంలోంచి తెల్లని కాంతిని పంపిస్తే ఇంద్రధనుస్సు రంగులు కనిపిస్తాయని ప్రాచీనులకి కూడా తెలుసు. కానీ వాళ్లు ఆ రంగులన్నీ స్ఫటికలోంచి వస్తున్నాయని అనుకున్నారు.



కాని న్యూటన్ ప్రయోగం తరువాత దృష్టి స్ఫటికం మీద నుండి కాంతి మీదకి మళ్లింది.

18వ శతాబ్దంలో కాంతిలో కేవలం ఇంద్రధనుస్సు రంగులే కాక మరెన్నో అంశాలు ఉన్నాయని కనుక్కున్నారు.

చీకటి గదిలో శాస్త్రవేత్తలు ప్రయోగాలు చేశారు.





అదృశ్య రంగులతో పాటు ఈ రంగులు అన్నిటినీ కలిపి వర్ణమాల అంటారు.





ఆధునిక సిద్ధాంతం ప్రకారం కాంతిలో తరంగాలు ఉంటాయి. వివిధ రంగుల తరంగాలకి వివిధ పౌనఃపున్యాలు ఉంటాయి. దృశ్య వర్ణమాలలో (ఇంద్రధనుస్సు రంగులు) చూస్తే ఎరుపుకి అన్నిటికన్నా పొడవైన తరంగదైర్ఘ్యం, నీలలోహితానికి అన్నిటికన్నా పొట్టి తరంగదైర్ఘ్యం ఉంటాయి. అతినీలలోహితం యొక్క తరంగదైర్ఘ్యం ఇంకా చిన్నది. అలాగే పరారుణ తరంగదైర్ఘ్యం ఎరుపు కన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది.

కాంతి యొక్క సంపూర్ణ వర్ణమాలని గమనిస్తే అది అతినీలలోహిత, పరారుణ వర్ణాలకి అవతలకి కూడా విస్తరించి ఉంటుందని ప్రస్తుతం మనకు తెలుసు. అలాంటి సువిస్తార వర్ణమాలలో మనకి కనిపించే దృశ్య వర్ణమాల చాలా చిన్నది.

ఇంద్రధనుస్సు రంగుల లాగానే అదృశ్య వర్ణమాలలోని వివిధ తరంగాలకి కూడా ఎన్నో పేర్లు పెట్టారు : X-కిరణాలు, గామా కిరణాలు, మైక్రో తరంగాలు, రేడియో తరంగాలు మొ॥.

1835లో ఆగస్ట్ కోంత్ అనే ఫ్రెంచ్ తాత్వికుడు ఇలా అన్నాడు...



అతడు అన్నది తప్పని త్వరలోనే తేలనుంది.

19వ శతాబ్దంలో జరిగిన కొన్ని అధ్యయనాల వల్ల కాంతి వర్ణ విశ్లేషణా పద్ధతులు ఖగోళశాస్త్రంలోకి ప్రవేశించాయి.



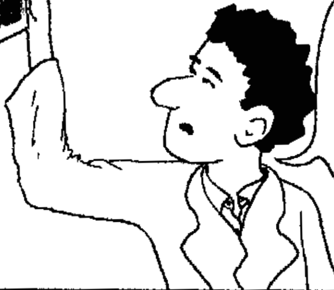




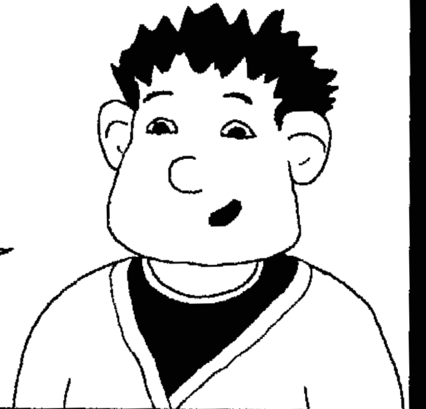
వివిధ మూలాల నుండి వెలువడే కాంతిని విశ్లేషించసాగారు.

వేడెక్కిన వివిధ మూలాలు వెలువరించే కాంతి వర్ణమాలలు రకరకాలుగా ఉన్నాయి. అలా విస్తృతంగా అధ్యయనం చేశాక వర్ణమాల సహాయంతో ఆ పదార్థంలో ఏముందో చెప్పగలిగారు.





ఈ కొత్త సామర్థ్యాన్ని చూసి ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు పరమానంద పడ్డారు.



త్వరలోనే ఈ సంబరం అంతా ప్రగాఢ విశ్వాసంగా మారింది.



సూర్యకాంతి యొక్క వర్ణమాలలో మొట్టమొదట కనుక్కున్నది హీలియమ్ (తేలే గాలిబుడగల్లో ఉండేది ఇదే). ఆ తరువాత దాన్ని ప్రయోగశాలలో కూడా తయారుచేశారు

అలాగే గ్రహాల నుండి, తారల నుండి, నెబ్యులాల నుండి, గెలాక్సీల నుండి, వచ్చే కాంతి యొక్క వర్ణమాలని వివరంగా విశ్లేషించారు. ఈ అధ్యయనాల వల్ల తారలలోని పదార్థంలోని అంశాలేమిటి, అవి నుండి కాంతి ఎలా పుడుతోంది మొదలైన విషయాల గురించి ఎన్నో సిద్ధాంతాలు బయల్దేరాయి.

వర్ణవిశ్లేషణా శాస్త్రం వల్ల శాస్త్రవేత్తల దృష్టి విశ్వం యొక్క రూపురేఖల నుండి వాటిలోని భౌతిక పదార్థం మీదకి, ఆ పదార్థంలో జరిగే ప్రక్రియల మీదకి మళ్లింది.

ఖగోళవస్తువులు అంతరిక్షంలో ఎలా కదులుతాయి, ఒక దాని మీద ఒకటి ఎలా ప్రభావం చూపుతాయి మొదలైన విషయాలని వర్ణించే భౌతిక శాస్త్రాన్ని న్యూటన్ స్థాపించాడు. ఖగోళ వస్తువులలో జరిగే వివిధ భౌతిక ప్రక్రియలని అర్థం చేసుకోవడానికి వర్ణవిశ్లేషణా శాస్త్రం పనికొచ్చింది.

అందుకే నేడు భౌతిక శాస్త్రంలో ఒక భాగంగా ఖగోళశాస్త్రం పరిగణించబడుతోంది.

ఆధునిక దూరదర్శినులు కాంతిని గురించిన మరింత లోతైన అవగాహన మీద ఆధారపడి పనిచేస్తాయి.

గొప్ప వైవిధ్యం గల విద్యుదయస్కాంత కిరణాలు అంతరిక్షం నుండి భూమి మీద పడతాయి. వాటిలో దృశ్యకాంతి చాలా చిన్న భాగం మాత్రమే.

కాని కాంతిలో అదృశ్య అంశాల వల్ల ఏం ప్రయోజనం?

అది మనిషికి కనిపించకపోవచ్చు. కాని దాన్ని ఫోటో తీయవచ్చు. ఎక్స్-కిరణాలతో నీ ఎముకలనెప్పుడూ ఫోటో తీయించుకోలేదా?

అదృశ్య కాంతిని కూడా ఫోటో ఫిల్మ్ మీద ఫోటో తీయొచ్చు. అధునాతన ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాల సహాయంతో కృత్రిమ రెటినాలని తయారుచేసి మానవ నేత్రం చూడని విషయాలని చూడొచ్చు.

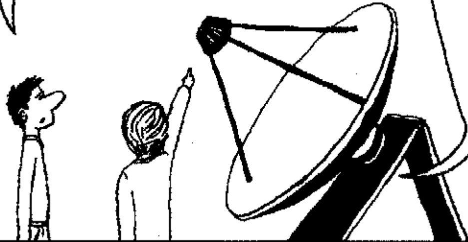


డిజిటల్ కెమేరా ఒక విధంగా ఎలక్ట్రానిక్ కన్నులా పనిచేస్తుంది. ఎలక్ట్రానిక్ రెటినాలు అదృశ్య కాంతిని కూడా పట్టగలదు.

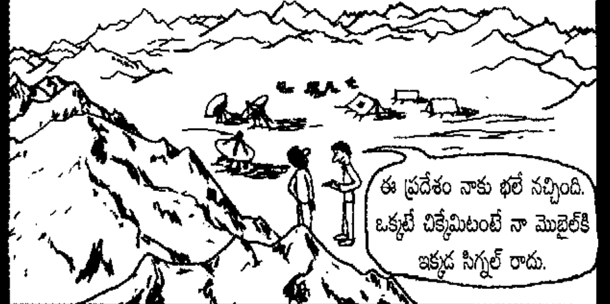
ఆధునిక దూరదర్శినులలో అధిక శాతం అదృశ్యకాంతిని పట్టగలవు. వర్ణమాలలో ఏ భాగానికి అవి స్పందిస్తాయి అన్నదాని బట్టి వాటిని పరారుణ దూరదర్శినులని, ఎక్స్-కిరణ దూరదర్శినులని, రేడియో దూరదర్శినులని అంటారు.

ఇది దూరదర్శినా? టీవీ డిష్ అంటెన్నాలా లేదూ?

అవును నిజమే. కాని ఆ చిన్న పెట్టె తెరిస్తే అందులో ఓ సంక్లిష్టమైన eyepiece ఉంటుంది. ఓ ఎలక్ట్రానిక్ రెటినా కూడా ఉంటుంది. ఆ డిష్షే ఓ వస్తుగతం (objective) లా పనిచేస్తుంది.



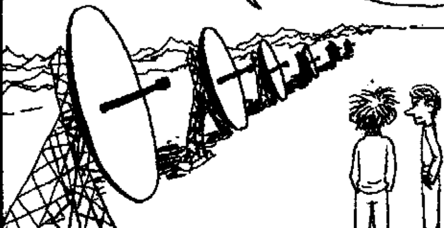
దృశ్యకాంతి మీద పనిచేసే దూరదర్శినులకైతే పర్వతాగ్రాలే మేలు. చుట్టూ ఉండే పర్వతాలు కృత్రిమ మూలల నుండి వచ్చే అవాంఛనీయ కిరణాలని అడ్డుకుంటాయి.



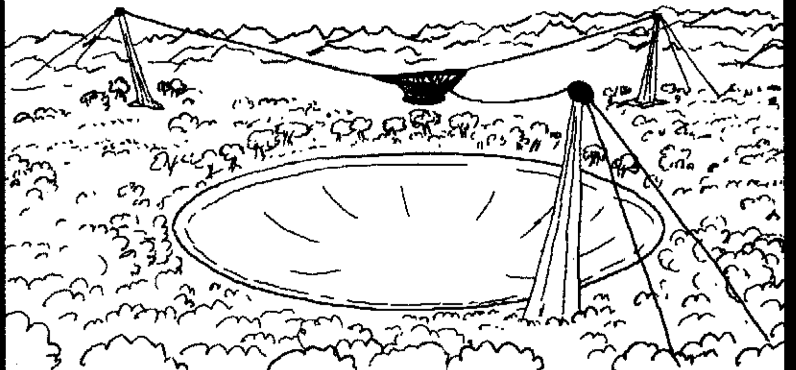
కొన్నిసార్లు రేడియో దూరదర్శినుల సమూహాలు సమిష్టిగా ఆకాశాన్ని పరిశీలిస్తుంటాయి.

ఇలాంటి దూరదర్శినుల దొంతర ఎందుకు? ఒక్క దూరదర్శిని చూడలేనిది, పది దూరదర్శినులతో కనిపిస్తుందా?

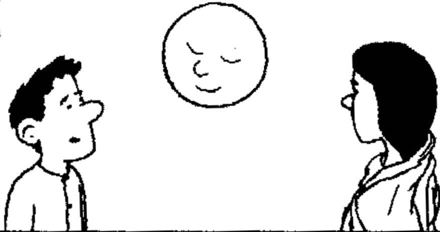
రేడియో దూరదర్శినుల విషయంలో అయితే ఎన్ని ఉంటే అంత మంచిది. ఎక్కువ ఉంటే ఎక్కువ కిరణాలని గ్రహించగలుగుతాయి.



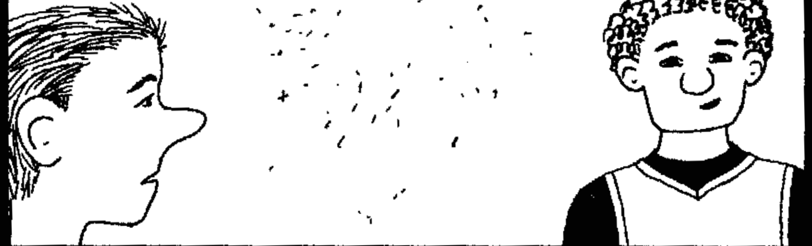
మనకి తెలిసినంతవరకు ఏకైక డిష్ ఉన్న, ప్రపంచంలో అతిపెద్ద దూరదర్శిని పోర్టోరికోలోని అరెసిబోలో ఉంది. ఇందులో డిష్ 305 మీటర్ల వ్యాసం ఉన్న ఓ సిమెంట్ చిప్ప. దాని eyepiece తాళ్ల నుండి వేలాడుతుంటుంది.



విశ్వంలో ఇంతకు మున్నెడూ చూడనంత దూరం చూశాం. అత్యంత ప్రాచీనమైన విశ్వభాగాలని తిలకించాం. మనం నమ్మింది నిజమేననుకుంటే, విశ్వంలో ఇంకా చూడనిది ఏమైనా ఉందా?



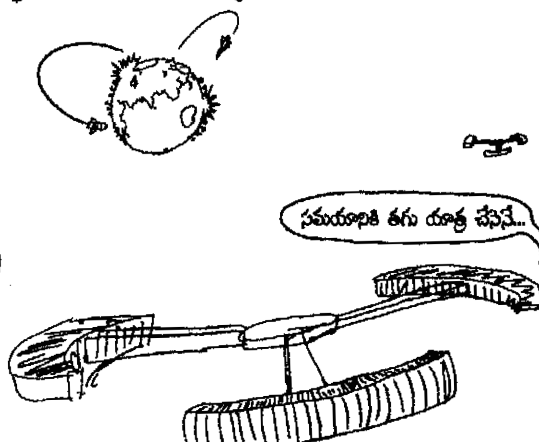
మనం తెలుసుకోవాల్సిన వస్తువులు ఇంకా అసంఖ్యాకంగా ఉన్నాయి. ప్రస్తుతం మన అంతరిక్ష ప్రణాళికకి ఎన్నో లక్ష్యాలు ఉన్నాయి.



భూమి మీద జీవప్రపంచం నాశనం కాకుండా నివారించడం ఒక గొప్ప లక్ష్యం.



మన గ్రహం మీద జీవితం భవిష్యత్తులో మరింత దుర్భరం కావచ్చు. కాబట్టి అంతరిక్షాన్ని జయిస్తేనే మానవ జాతి చిరకాలం వర్థిల్లగలదని కొందరి నమ్మకం.

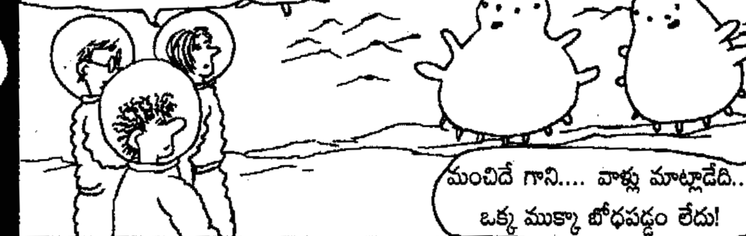


జీవం అనేది కేవలం భూమి మీదే ఉందని అనుకోవడం అమాయకత్వమే కాదు, అహంభావం కూడా అవుతుంది.





అంతరిక్షంలో లోతుగా ప్రయాణించడం, ఇతర జీవరాశుల గురించి తెలుసుకోవడం, అంతరిక్షం గురించి ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోవడం - ఇవన్నీ మన విజ్ఞానాన్ని మరింత విస్తరింపచేస్తాయి. అప్పుడు మనుషుల మధ్య విభేదాలు తొలగి, వైషమ్యాలు కరిగి, ఐకమత్యం బలపడుతుందేమో.



12+

నక్షత్రాలన్నీ ఒకే రకంగా కదులుతుంటాయా?

మరి గ్రహాల సంగతి ఏమిటి? అవి అటు, ఇటు ఎందుకు తిరుగుతుంటాయి?

బంతి మాదిరిగా భూమి గుండ్రంగా ఉంటే, మరి మనకు బల్లపరుపుగా ఎందుకు కనబడుతుంది?

కాంతిని వెదజల్లినట్లే సూర్యుడు గురుత్వాకర్షణ శక్తిని కూడా ప్రసరిస్తాడా?

దృష్టి విక్షేపణం అంటే ఏమిటి, ఈ విశ్వ దూరాలను కొలవటానికి అది ఎలా ఉపయోగపడుతుంది?

ఖగోళశాస్త్రం ఒక అనంత సాగరం లాంటిది. దీనిపట్ల మన అవగాహన, జ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి ఏర్పడలేదు, వేల సంవత్సరాలుగా రూపుదిద్దుకుంటూ వచ్చింది. ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్ర ఒక రకంగా మానవ చరిత్రనంతా విస్తరించి ఉంటుంది. ఈ శాస్త్రం మాదిరిగానే దీని చరిత్ర కూడా అంతే ఆసక్తికరంగా, సంక్లిష్టంగా ఉంటుంది.

ఈ బొమ్మల పుస్తకం ఖగోళ 'శాస్త్రం' గురించి కాదు, అది ఎలా పరిణామం చెందిందో ఒక కథలాగా చెప్తుంది.


మంచి పుస్తకం


జన విజ్ఞాన వేదిక

ISBN 978-93-80153-53-7

9 789380 153537